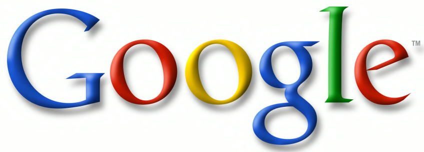
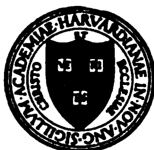



HARVARDIANAE IN NOV ANG SIGILLUM ACADEMIAE
CHRISTO ET ECCLESIAE



ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS.

La Commission n'entend pas, par l'insertion des documents, assumer la responsabilité des théories qui y sont émises.
Extrait de l'article 16 *du Règlement d'ordre et d'attributions de la Commission des* Annales des travaux publics.

ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS

DE BELGIQUE.

DOCUMENTS SCIENTIFIQUES, INDUSTRIELS OU ADMINISTRATIFS, CONCERNANT L'ART DES CONSTRUCTIONS, LES VOIES DE COMMUNICATION ET L'INDUSTRIE MINÉRALE.

TOME XVIII.



BRUXELLES,

B. J. VAN DOOREN, CHAUSSÉE DE WAVRE, 25.

1859—1860.

La Commission des *Annales des travaux publics* déclare avoir déposé trois exemplaires du 18° volume des *Annales*.

Pour la Commission,
Le secrétaire,
WELLENS.

ANNALES

DES

TRAVAUX PUBLICS.

PERCEMENT DE DEUX PUITS

A TRAVERS LES SABLES BOULANTS, PAR LE MOYEN DE L'AIR COMPRIMÉ AU CHARBONNAGE DE LA LOUVIÈRE,

PAR M. ALB. SIMONIS,
SOUS-INGÉNIEUR AU CORPS DES MINES.

La traversée des terrains ébouleux et aquifères est une question qui acquiert de jour en jour plus d'importance. Elle est devenue pour notre pays, et surtout pour la province de Hainaut, d'un immense intérêt. Une partie notable de la formation houillère y est recouverte de morts-terrains qui dans beaucoup de points ont été un obstacle à son exploitation. Le développement rapide de l'industrie, les bénéfices qu'elle promet, ont stimulé l'esprit d'entreprise; des explorations sont commencées dans des localités où l'épaisseur des formations secondaires et tertiaires faisait regarder, il y a peu de temps encore, toute tentative comme chimérique. Les procédés de creusement des puits dans ces conditions difficiles se perfectionnent incessamment et l'on voit chaque jour diminuer la distance qui nous sépare des richesses minérales enfouies dans le sein de la terre. Chaque pas fait dans cette voie doit être saisi avidement par les explorateurs. Aussi je

pense que l'on trouvera d'utiles renseignements dans la description que j'entreprends ici d'un travail qui ne repose pas sur un procédé nouveau, il est vrai, mais qui est remarquable par l'application judicieuse des moyens connus, aidés de quelques perfectionnements heureux. Elle fera ressortir les avantages que l'on peut retirer de l'emploi de l'air comprimé dans certaines circonstances, tant sous le rapport de la sûreté d'exécution que sous celui de la durée et de l'économie.

Avant de commencer, je dois exprimer mes remercîments à M. Englebert, directeur du charbonnage de la Louvière, à l'obligeance duquel je dois de précieux renseignements sur ce travail qu'il a si habilement dirigé et qu'il a su mener à bonne fin.

Une première fois, en 1857, le procédé fut employé avec succès pour le percement d'une couche de sable aquifère de 15^{m}; mais les tâtonnements inévitables d'un premier essai et quelques circonstances désavantageuses en retardèrent l'issue. Au commencement de l'année 1859, dans un puits voisin, on se trouva en présence d'une couche de sable de 8^{m},50. Plus favorisé cette fois par les circonstances et instruit par l'expérience, on ne mit à la traverser que trente-sept jours, résultat qui n'a pas besoin de commentaires.

La première application présentant quelques détails particuliers intéressants à connaître, étant, du reste, plus propre à mettre au jour toutes les phases de l'opération et à donner une connaissance intime des obstacles qui peuvent se présenter dans un tel travail, j'en ferai la description détaillée, me bornant à indiquer en quelques mots les mesures spéciales que l'on prit et les modifications que l'on introduisit dans la seconde application, terminée avec une si étonnante rapidité.

CREUSEMENT DU PREMIER PUITS.

La formation houillère est recouverte dans toute la partie méridionale de la concession de la Louvière, représentée fig. 1,

pl. I, de dépôts secondaires composés en grande partie de sable. Une galerie d'écoulement *abcd.....k*, débouchant à la Haine au point *a*, démerge une partie de ce terrain. Cette galerie, creusée presqu'entièrement dans le sable et pour laquelle on a employé, depuis 1843, le procédé des picots décrit par M. Bouhy dans le tome VIII, p. 296, des *Annales des travaux publics*, a atteint actuellement un développement total de près de 3,500 mètres. Tout en asséchant une certaine hauteur de sable, elle a servi à explorer le terrain et a permis de constater que c'est près de la limite occidentale de la concession, dans la partie *hik*, que l'on trouve sous le niveau d'exhaure la moindre épaisseur de sable mouvant (¹). En conséquence, quand il fut question d'ouvrir un nouveau siége d'exploitation au midi, ce fut dans cette région qu'on l'établit.

La coupe du terrain au point B est représentée par le tableau suivant :

NATURE DES COUCHES.	ÉPAISSEURS.	PROFONDEURS auxquelles elles sont rencontrées.
	M.	M.
Terre végétale et argile sablonneuse .	8,00	0,00
Sable jaune.	5,00	8,00
Gravier dit *rabot*	3,00	13,00
Sable vert	7,50	16,00
Id. jaune	0,80	23,50
Id. gris	1,00	24,30
Tourbe	0,80	25,30
Cailloux	1,00	26,10
Sable noir.	18,00	27,10
Sable mouvant	23,00	45,10
Terrain houiller	»	68,10

(¹) La fig. 2 représente sur une plus grande échelle cette partie *hik*. Les numéros 16, 17, 18 et 19 indiquent la position des puits creusés depuis la surface jusqu'au niveau de la galerie; la lettre *s* celle des trous de sonde pratiqués du sol de cette galerie jusqu'au terrain houiller; les chiffres placés à côté marquent les profondeurs.

Le sol de la galerie d'écoulement se trouve en ce point à 53^m,10 de profondeur, de sorte qu'il reste au-dessous d'elle 15^m de sable mouvant.

Creusement dans le terrain asséché. — Le terrain supérieur au niveau d'assèchement contient en général peu d'eau. Les couches plus ou moins grasses qu'il renferme, quoiqu'elles ne paraissent pas se poursuivre régulièrement sur une grande étendue, entravent cependant l'effet de la galerie. La plus régulière et la plus compacte d'entre elles est celle de silex dite *rabot*. Elle est formée de blocs de diverses grosseurs cimentés par de l'argile et tient parfaitement les eaux. On y arrête généralement les puits domestiques des environs.

Malgré la présence de la quantité d'eau qui est par là retenue dans le terrain, on parvient en général sans trop de difficulté à y creuser des puits, en prenant quelques précautions que j'indiquerai.

La fouille du puits B (n° 17) fut faite sous forme d'un carré de 5^m,46 de côté. Les parois en furent soutenues par un boisage d'une très-grande solidité (1). Il était formé de

(1) Une première tentative avait échoué au point A (fig. 2). On était parvenu à la profondeur de 42^m, lorsque tout à coup une venue d'eau et de sable, se faisant jour à travers le boisage et prenant en peu de temps des proportions formidables, fit irruption dans le puits et en provoqua l'éboulement avec une rapidité telle que les ouvriers qui travaillaient dans le fond n'eurent que le temps de remonter au jour. Le boisage, quoique construit très-solidement, s'écrasa de proche en proche jusqu'à 10^m de la surface, sans qu'il fût possible d'arrêter les progrès du mal. Il se produisit autour de l'orifice un affaissement marqué du sol et l'on dut renoncer à reprendre le travail.

Ce fait se rattache à un genre de phénomènes que les mineurs nomment *soufflage* et qui se remarque assez souvent dans les sables boulants. Il se manifeste par un jet de sable et d'eau, en particules très-ténues, s'échappant avec grand bruit d'un trou qui se forme tout à coup dans le fond ou dans les parois de l'excavation. Les ouvriers, pour arrêter cette irruption, se hâtent de pousser dans la cavité tout ce qu'ils ont sous la main : du foin, des étoupes, des couvertures, etc.; mais ils ne parviennent pas toujours à s'en rendre maître, témoin le cas cité plus haut.

Un effet semblable, mais en sens inverse, a été observé plusieurs fois dans le travail à air comprimé. Alors, au lieu d'une irruption, c'était une absorption qui se produisait. L'air s'engouffrait en sifflant dans l'excavation formée, et sa

cadres carrés à pans coupés (fig. 3) établis à des distances de 0^m,80 d'axe en axe, réunis l'un à l'autre par 16 porteurs en bois et 24 clames en fer et formant ainsi un tout solidaire avec une forte croisade composée de huit longues poutres établies à la surface parallèlement aux huit côtés du cadre. Le diamètre inscrit à l'octogone était de 4^m,90. Les irruptions partielles de sable dans l'intervalle de 0^m,60 laissé entre les cadres étaient prévenues par des planches jointives, du foin, etc.

Tant que le terrain donnait peu d'eau, on procédait à l'enfoncement par les moyens ordinaires. Mais dès qu'il s'en échappait une quantité assez grande pour que l'on craignît de voir les sables s'ameublir, alors on usait d'un expédient très-simple dont l'emploi fut plus d'une fois d'un grand secours. Il consistait à former un puisard au fond de la fouille en y enfonçant verticalement un cylindre en tôle sans fond et percé de trous sur toute sa surface. On enlevait le terrain renfermé dans l'intérieur de cette tonne et on épuisait les eaux qui s'y rendaient par les petites ouvertures de sa péri-

tension décroissait rapidement. La paille, les couvertures qu'on y jetait, disparaissaient quelquefois sans laisser de trace.

Il faut chercher l'explication de ce phénomène dans la formation au milieu des sables de cavités qui se remplissent d'eau ou d'un mélange d'eau et de sable. Des circonstances spéciales, telles qu'un terrain plus compacte, une partie de sables plus gras, peuvent maintenir le liquide dans cette cavité; mais si l'on vient à lui livrer subitement une issue en diminuant la paroi qui le retient, aussitôt l'eau et le sable s'ouvrent un passage et s'élancent violemment dans le puits. L'effet inverse se produit par la même cause avec l'air comprimé, qui, trouvant un dégagement infiniment plus facile à travers une couche d'eau qu'une couche de sable, perce la barrière qui le sépare de la cavité pleine d'eau et s'y engouffre avec bruit.

Indépendamment de ces deux genres de phénomènes, il s'en est manifesté parfois d'un troisième genre, qui, quoique provenant de causes analogues, demandent la coïncidence de circonstances plus nombreuses pour se produire : c'est l'injection dans la fosse d'une gerbe de sable, d'eau et d'air malgré l'action de l'air comprimé. On ne peut se rendre compte d'un tel effet qu'en supposant que de l'air fortement comprimé se soit trouvé enfermé dans le terrain et que, la pression ayant baissé dans l'intérieur du puits, cet air ait brisé l'obstacle qui l'enserrait et se soit précipité dans l'excavation, entraînant avec lui du sable et de l'eau.

phérie. De cette manière le terrain circonvoisin était asséché sans danger et pouvait être enlevé facilement. Les cylindres employés à cet objet avaient un diamètre de 0^{m},80 à 1^{m} et une hauteur de 0^{m},80. Ils étaient effilés à la partie inférieure et pourvus au sommet d'un rebord pour éviter que le choc des masses ne les déformât.

Par ce procédé, mis en pratique aux divers puits ([1]), on parvint à passer des couches sablonneuses fournissant des venues d'eau assez fortes pour qu'on fût obligé de les épuiser continuellement à l'aide de tonnes et de treuils à bras.

Quand on arriva dans la dernière couche de sable commençant à 8^{m} au-dessus de la galerie d'écoulement, on se borna à rapprocher les cadres de 0^{m},20.

Ce travail achevé, il restait à percer les 15^{m} de sable boulant qui se trouvaient sous la galerie.

Creusement de la partie inférieure à la galerie d'écoulement. — A cette époque M. Hankart était chargé de la direction du charbonnage. Le succès avec lequel il était parvenu à percer certaines couches sablonneuses assez fortement imprégnées d'eau, l'engagea à poursuivre le creusement du puits au-dessous de la galerie aussi bas que possible sans employer de moyens supplémentaires. Dans ce but il eut encore recours au puisard en tôle qui, dans des circonstances ana-

([1]) Pour parvenir à épuiser plus facilement l'eau qui restait dans le terrain malgré la galerie de démergement, on perçait simultanément un ou plusieurs petits puits dans le voisinage pour répartir la venue sur plusieurs points. Indépendamment de cet office, ces puits pouvaient par la suite être utiles au service de la galerie et l'un d'eux devait être pris ultérieurement comme axe d'une seconde fosse; car on ne comptait pas renfermer dans une seule excavation les appareils d'extraction, d'épuisement, d'aérage et de descente des ouvriers. Toutefois on abusa peut-être un peu de ces puits supplémentaires. Lors de la première tentative au point A, le n° 16 avait été enfoncé. Le n° 18 fut creusé ensuite; de sorte que, quand on entreprit le n° 17, autrement dit la fosse B, on avait à l'ouest et au sud, à des distances d'environ 30^{m}, deux percées à travers le terrain supérieur au niveau de la galerie. Néanmoins on crut devoir en creuser une troisième vers le nord, le n° 19, mais parvenu à 25^{m}, on l'abandonna comme inutile.

logues, avait déjà rendu de grands services. Celui qu'il employa avait 1m,20 de hauteur. Il était légèrement conique et présentait à son sommet 1m de diamètre et à sa base 0m,90. L'épaisseur de la paroi était de 4mm. Grâce à la proximité de la galerie d'écoulement dans laquelle on déversa les eaux tirées de l'intérieur du puisard, ce qui permettait de donner une grande activité à l'épuisement, on parvint à prolonger le puits de 2m,15 au-dessous du niveau des eaux. Mais ce ne fut pas bien probablement sans provoquer quelque affouillement autour des puits. Quoi qu'il en soit, les difficultés croissantes de ce procédé ne permirent pas d'aller au-delà. On sentit la nécessité d'user de moyens plus énergiques et il fut résolu que l'on enfoncerait dans les sables un cuvelage circulaire en tôle d'un diamètre aussi grand que le permettait le boisage octogonal de la partie du puits déjà creusée et que l'on effectuerait le déblai dans l'intérieur de celui-ci en s'aidant, au besoin, d'une pression d'air suffisante pour refouler les eaux. En conséquence, M. Hankart fit construire le cuvelage dont la description suit.

Description et emploi du cuvelage. — Il consistait en un cylindre circulaire en tôle de 4m,58 de diamètre extérieur et de 19,m20 de hauteur. Les feuilles qui le composaient avaient 17mm d'épaisseur, 1m de hauteur et 1m,20 de longueur. Elles étaient réunies au nombre de 4 en forme de panneaux de 2m de haut sur 2m,40 de large, qui, assemblés eux-mêmes au nombre de 6, formaient une assise du tube.

La réunion des 4 feuilles de tôle qui constituaient un panneau, représenté en développement par la figure 5, avait lieu au moyen de fers à T appliqués à l'intérieur sur les jointures (fig. 7). Aux quatre arêtes du rectangle ainsi formé, on rivait intérieurement des fers d'angle (fig. 6 et 8) par le moyen desquels on assemblait les divers panneaux entre eux.

Cet assemblage s'effectuait différemment suivant que l'on opérait sur des joints verticaux ou sur des joints horizon-

taux, c'est-à-dire suivant qu'il s'agissait de la formation d'une assise ou bien de la réunion de diverses assises entre elles. Dans le second cas (fig. 8), on plaçait une simple feuille de plomb entre les rebords des deux fers d'angle et on assujétissait ceux-ci l'un à l'autre par des boulons, au nombre de 22 pour chaque panneau. Dans le premier cas (fig. 6), pour augmenter la rigidité de l'ensemble et régler la pose des diverses parties, on intercalait dans le joint une pièce verticale de fer plat large de $0^m,14$, épaisse de 15^{mm} et assez longue pour s'étendre du milieu d'une tôle au milieu de la suivante. Des feuilles de plomb étaient de même interposées entre toutes les surfaces en contact, pour rendre les jointures aussi imperméables que possible, et la réunion était opérée par des boulons au nombre de 10 sur la hauteur de chaque assise. Il est à remarquer que tous ces assemblages se faisaient à l'intérieur du cylindre et que la surface externe de celui-ci était tout à fait exempte d'aspérité.

Comme dans certaines circonstances on croyait que la base du cuvelage devrait précéder quelque peu la fouille faite dans son intérieur, c'est-à-dire pénétrer dans les sables par ses deux faces, on supprima toute espèce de nervure même à l'intérieur dans la dernière assise, haute seulement de $1^m,20$, et on la forma de deux tôles, réunies par des rivets à tête perdue et auxquelles on en ajouta extérieurement une troisième sur les 40 centimètres inférieurs, de manière à former une espèce de couteau terminé en biseau à sa base.

Ce cuvelage, quoique d'une construction bien combinée, présentait des dispositions vicieuses dont les inconvénients ne devinrent apparents que dans le cours du travail. L'emploi de la tôle et le grand nombre des pièces et des assemblages, ne comportaient pas une rigidité et une solidité suffisantes; d'autre part la multiplicité des joints et des rivures occasionnait des fuites nombreuses qui entravaient la marche de l'opération. Aussi dans le second creusement apporta-t-on à sa construction des changements radicaux qui firent dispa-

raître presque complétement les fuites et lui assurèrent une résistance considérable.

Le cuvelage, tel que je viens de le décrire, était à peu près construit, lorsque, par suite de la retraite de M. Hankart, la direction du charbonnage passa entre les mains de M. Englebert (juin 1856). Ce changement d'ingénieur ne pouvait qu'être préjudiciable à l'exécution rapide du travail. Tout en nuisant à cette unité de vues si nécessaire dans la poursuite d'un but quelconque, il devait de plus la faire participer à toutes les difficultés d'une entrée en fonctions. A ces conditions défavorables vinrent s'ajouter des obstacles imprévus provenant soit du terrain lui-même, soit de l'emploi d'appareils nouveaux dont certains vices ne se décèlent que dans la pratique. On ne doit donc pas s'étonner de voir le travail n'avancer qu'avec lenteur, surtout dans les premiers moments.

Comme je l'ai dit plus haut, le puits avait été prolongé de $2^{m},15$ au-dessous du sol de la galerie de démergement. On l'avait boisé sur cette hauteur avec des cadres distants de $0^{m},60$ d'axe en axe. Puis on l'avait abandonné et les eaux avaient repris leur niveau naturel. Quand M. Englebert prit la direction du travail, il résolut de mettre de suite en œuvre le cuvelage que son prédécesseur avait fait construire.

Son projet était de l'enfoncer dans les sables jusqu'au terrain houiller, d'enlever en même temps les matières dans son intérieur en laissant aux eaux leur niveau naturel, c'est-à-dire *à niveau plein,* et de s'aider, pour l'enfoncement, de l'action de vis de pression s'appuyant sur le boisage du puits et agissant contre des traverses placées sur la tête du tube. Cette première opération terminée, la jonction avec le terrain solide devait être effectuée à l'aide de l'air comprimé. On eût alors fixé un sas à air à la partie supérieure du cuvelage. Le procédé imaginé par M. Triger pouvait, il est vrai, être également employé pendant l'enfoncement, si le besoin s'en faisait sentir; mais il devait principalement servir à la formation de la base du cuvelage. Des sondages, exécutés au préalable

dans le fond de la partie creusée du puits, avaient appris que les sables inférieurs sont très-mouvants et que la surface du terrain houiller s'incline vers le sud, de manière à présenter une différence de niveau d'environ $0^m,60$ sur une longueur égale au diamètre du tube [1]. Or, bien que les schistes houillers parussent ramollis sur une profondeur d'environ $0^m,30$, on n'eût pu faire pénétrer sous l'eau la base du cuvelage dans le terrain imperméable d'une quantité suffisante pour empêcher l'irruption des sables sous une pression d'eau de 15^m. En conséquence on avait résolu de recourir à l'air comprimé, que l'expérience avait prouvé être d'un emploi très-avantageux pour des pressions peu élevées comme celle qu'indiquait cette hauteur d'eau.

Ce plan ne s'écartait pas, comme on le voit, des conditions dans lesquelles l'inventeur fit la première application de son procédé ni de la marche suivie à un puits voisin, le puits Saint-Alexandre du charbonnage de Strépy-Bracquegnies; mais la suite montrera comment des circonstances particulières vinrent modifier ce premier projet.

M. Englebert fit donc descendre le cuvelage au fond de l'avaleresse. On l'amena par panneaux sur le carreau de la fosse et l'on forma les diverses assises sur l'orifice même recouvert d'un plancher. Lorsque l'on avait assemblé deux ou trois de ces assises, de manière à former un tronçon de 4 à 6^m de hauteur, on le descendait dans le fond du puits, où se faisait la réunion des divers tronçons. Leur suspension dans la descente avait lieu en quatre points au moyen d'oreilles

(1) Ces sondages, au nombre de 6, avaient été distribués sur une circonférence de cercle de $3^m,90$ de diamètre, c'est-à-dire à une distance de $0^m,50$ du cercle inscrit au boisage octogonal de la partie supérieure du puits. Ils avaient rencontré le terrain houiller aux profondeurs respectives de :

$14^m,88$
$14^m,78$
$14^m,58$
$14^m,40$
$14^m,34$
$14^m,72$

fixées à l'intérieur de la courbure. Les câbles qui y étaient attachés passaient dans des moufles suspendues à la belle-fleur et allaient s'enrouler sur 4 cabestans établis autour de l'orifice. Quand il s'agissait d'effectuer la descente, on soulevait un peu le tronçon, on retirait les poutres formant le plancher sur lequel on l'avait assemblé, puis on le laissait descendre lentement en maintenant constamment son axe dans une position verticale. Près du fond, 18 guides en bois le conduisaient au point voulu. Généralement quand il y était arrivé, on devait resserrer les joints.

Ayant descendu de cette manière une partie de 9^{m},20 du cuvelage, on l'enfonça légèrement dans le sable à l'aide de 4 vis et l'on épuisa à la tonne les eaux qui remplissaient la partie de 2^{m},15 inférieure à la galerie d'écoulement. Quand *le fond* fut à sec, on reconnut que les sables n'avaient remonté que d'une quantité très-faible, en prenant une forme convexe. On crut pouvoir en conséquence continuer encore pendant quelque temps à épuiser les eaux et à enlever les sables à la pelle, en faisant descendre à mesure le tube sous la pression des vis, et on parvint en effet à prolonger encore la fouille de 2^{m}. Mais arrivé à ce point, on dut s'arrêter à cause des affouillements qui se produisaient : les sables du fond se soulevaient ; il se formait latéralement des vides que l'on essayait de combler par la partie supérieure en jetant du sable et de la chaux vive derrière le cuvelage au niveau du conduit d'écoulement. (On descendait aisément jusque là, malgré le cylindre, par les coins du boisage.)

En présence de ces marques de mobilisation des sables, on dut laisser remonter les eaux et l'on continua le déblai à niveau plein à l'aide de dragues. Cependant les sables, si mobiles sur une partie du fond, étaient devenus sur une autre partie assez durs pour que, dans le travail à niveau vide, la pelle ne parvînt pas à les entamer. Les dragues eussent été également insuffisantes. On dut donc ajouter à leur action celle de trépans en forme de pieds de biche que l'on manœu-

vrait à la main. Mais on n'eut pas longtemps à se féliciter de ce moyen. Les difficultés allaient croissant. Les sondages, qui avaient été pratiqués dans l'origine au fond du puits, n'avaient pas suffisamment décelé la présence de ces agglutinations de sable. On avait seulement remarqué que le terrain devenait par moment plus dur; mais on croyait pouvoir l'enlever facilement. (On sait combien sont peu précises sous certains rapports les indications des sondages.) Le sable dur acquit donc bientôt une compacité excessive. Le travail marchait avec une telle lenteur que l'avancement du mois de septembre ne fut que de $0^m,40$. D'un autre côté le tube, rencontrant de la résistance sur une partie de sa base et de la facilité sur l'autre partie par suite de l'entraînement des sables, commençait à dévier. Enfin on reconnaissait aussi que le travail à niveau plein avec les dragues était lui-même insuffisant pour empêcher l'irruption des sables dans le puits et leur raréfaction autour du cuvelage. On sait quel volume considérable on a extrait par ce moyen de certains puits; combien de fois on a retiré les mêmes sables que l'on rejetait toujours autour de la partie supérieure du cuvelage pour combler les vides à mesure qu'on les produisait par-dessous. L'écrasement des tubes déterminé par ces affouillements était un danger dont on avait eu trop d'exemples pour ne pas éviter avec le plus grand soin tout ce qui tendait à provoquer l'entraînement des matières vers l'intérieur du puits.

Description et usage des appareils résultant de l'emploi de l'air comprimé. — La butte de sable dur résistant à l'action des trépans, que restait-il à faire? La mettre à découvert pour l'attaquer avec des outils plus énergiques et, comme on ne pouvait plus songer à épuiser les eaux, les refouler par l'air comprimé. En conséquence, M. Englebert fit monter le reste du cuvelage en tôle, dont la hauteur ($19^m,20$) était calculée de manière qu'il pût par dessous pénétrer quelque peu dans le terrain houiller, et par dessus dépasser d'une certaine

quantité le niveau de la galerie. Il fit ensuite fixer à sa partie supérieure un sas à air dont les dispositions, imaginées par M. Colson, ingénieur des ateliers de Haine-Saint-Pierre, comportaient une grande simplicité de construction alliée à une grande résistance contre la force expansive du fluide comprimé.

La réunion du sas et du cuvelage était faite au moyen d'un anneau plat de 0m,22 de largeur sur 0m,06 d'épaisseur. Cet anneau, par lequel on devait exercer sur l'appareil la pression nécessaire à son introduction, était fixé au-dessus du cuvelage à l'aide de fers d'angle. Quant au sas, il se composait de deux troncs de cône en tôle, dont les grandes bases venaient s'accoler aux deux faces de l'anneau susdit, et dont les deux petites bases formaient les ouvertures, fermées par des clapets, qui servaient à communiquer de l'extérieur dans le sas et de celui-ci dans le cuvelage. La figure 9 représente une section verticale faite dans cet appareil et dans la partie supérieure du cuvelage. Chacune des moitiés était formée de deux zones dont les tôles, clouées et matées comme dans les chaudières, avaient respectivement 13mm d'épaisseur dans la grande section et 10mm dans la petite. Les clapets, qui se fermaient de bas en haut, étaient faits de deux doubles de fort cuir serrés entre deux plaques de fer inégales. Ils portaient une queue à l'extrémité de laquelle était fixé un poids un peu trop faible pour établir l'équilibre complet, de telle sorte que la trappe pût s'ouvrir d'elle-même dès qu'il y avait égalité de pression sur ses deux faces.

La fixation du sas à la partie supérieure du cuvelage pendant la descente offrait une disposition tout à fait neuve. Dans les diverses applications qui avaient été faites jusqu'alors du procédé Triger, le sas était établi à poste fixe, et chaque fois que l'on faisait pénétrer dans les sables un tube en tôle, on ne comprimait l'air que lorsque l'enfoncement du tube était achevé. Dans la mine de Douchy (département du Nord) seule, à ma connaissance, la fouille fut faite complétement

dans un milieu comprimé; mais il n'y avait pas de tube et le sas était fixe. Dans le cas présent, au contraire, la chambre à air faisait corps avec le cuvelage et devait descendre avec lui; celui-ci était monté dès l'abord sur toute sa hauteur; enfin la fouille devait se faire dans son intérieur à terrain nu à mesure que l'enfoncement se produisait. Je ne discuterai pas ici le plus ou moins de mérite de cette nouvelle disposition. Qu'il me suffise d'avoir posé les points principaux par lesquels elle se différencie des autres. Les diverses phases du travail en feront ressortir les avantages et les inconvénients et je me réserve, la description faite, d'examiner avec quelquels détails son opportunité dans les circonstances présentes.

La machine soufflante consistait en un cylindre à air, à double effet, placé dans le prolongement du cylindre à vapeur horizontal d'une machine de 35 chevaux, destinée ultérieurement à l'extraction des déblais. L'entrée et la sortie de l'air étaient réglées par des tiroirs, disposition beaucoup plus avantageuse que celle des clapets, surtout sous le rapport de la sécurité. Cette considération était d'une extrême importance pour une machine devant marcher pendant longtemps sans relâche. Le diamètre des deux cylindres était de $0^m,40$, leur course de 1^m. La vitesse restait généralement dans les limites de 40 à 80 coups doubles par minute.

Le tuyau en fonte destiné à conduire l'air comprimé traversait en se recourbant les deux parois tronc-coniques du sas, auxquelles il était fixé par des collets (figures 9 et 4), et se prolongeait jusqu'à 4^m au-dessus du bord inférieur du cuvelage. Les bouts qui le composaient avaient $2^m,05$ de longueur et $0^m,15$ de diamètre extérieur. L'épaisseur de la fonte était de $12^{mm}1/2$. Pour être assuré contre toute fuite d'air, on les avait essayés à une pression de 10 atmosphères.

Comme le cuvelage devait descendre à mesure du creusement, entraînant avec lui le sas et la conduite d'air qui y était fixée, celle-ci devait pouvoir s'allonger d'elle-même. A cet

effet, le tronçon qui sortait de la paroi supérieure du sas à air se terminait en haut par une partie un peu élargie de $2^m,50$ de hauteur, dans laquelle venait s'emboîter le bas du tuyau supérieur, qui était fixe. Une boîte à bourrage établie au haut de l'élargissement empêchait l'échappement du fluide comprimé (fig. 9). A mesure que le cuvelage s'enfonçait, le tronçon inférieur descendait avec la boîte à bourrage et mettait insensiblement à découvert la portion engagée du tuyau fixe. Lorsque la descente était d'environ 2^m, l'allongement n'était plus possible; on se voyait alors obligé d'arrêter la marche de la machine et de laisser par conséquent remonter les eaux dans l'intérieur du cuvelage, pour pouvoir ajouter un bout de tuyau de 2^m. Ce travail, qui donnait lieu à une foule d'embarras, pouvait être très-préjudiciable au succès de l'entreprise. C'est pourquoi, après y avoir procédé quatre fois, comme il restait encore 8^m à creuser, on s'en affranchit en disposant d'emblée l'un au-dessus de l'autre 4 de ces emboîtements, rappelant assez bien la construction d'une longue-vue. Un seul fonctionnait à la fois et quand son développement était complet, on l'arrêtait à l'aide de boulons et on en laissait agir un autre. On put par là se dispenser d'arrêter la marche de l'opération pour le placement des rallonges.

Pour le cas où le terrain n'aurait pas été assez perméable pour livrer passage aux eaux refoulées par la pression de l'air, on plaça le long de la paroi du cuvelage un tuyau en fonte de $0^m,08$ de diamètre intérieur, partant du fond de la fouille, où il se terminait en pomme d'arrosoir, et venant aboutir derrière le bord supérieur du cylindre après avoir traversé les deux parois du sas. Dans les sables ce tuyau fut complétement inutile vu leur grande perméabilité. Il ne fut mis en usage que dans le terrain houiller. Il prenait l'eau dans un puisard et la déversait par dessus le bord du cuvelage derrière celui-ci, d'où elle s'échappait par la galerie d'écoulement. Un robinet établi à peu de distance au-dessous du sas réglait son action. Comme on ignorait si les sables

durs seraient assez perméables, on avait placé un second robinet permettant d'introduire de l'air dans l'intérieur du tuyau et de diminuer ainsi le poids de la colonne d'une quantité suffisante pour qu'elle pût être soulevée par la pression de l'air; car celle-ci ne devait être dans le principe que de 1/2 atmosphère environ, tandis que le tuyau avait près de 20^m de hauteur, le cuvelage étant tout monté dès le début. Sans ce subterfuge, que le hasard fit découvrir à M. Triger, on eût été obligé, si le terrain n'avait pas laissé passer les eaux, de former une espèce de siphon en faisant redescendre le tuyau derrière le cylindre jusqu'au niveau de la galerie d'écoulement. La grande perméabilité des sables durs rendit inutiles ces précautions.

Dans l'intérieur du sas se trouvait, un peu au-dessous de son plus grand diamètre, un plancher en bois, suspendu à l'anneau en fonte par de longs boulons à clavette et percé à son centre d'une ouverture surmontée d'un treuil. A 1^m,50 au-dessous de la porte inférieure du sas était établi un autre plancher reposant sur un des rebords intérieurs du cuvelage et présentant aussi une ouverture surmontée d'un treuil, mais sur le côté. Ce second plancher procurait, comme on le verra plus loin, de grandes facilités pour les manœuvres. Une échelle, que l'on introduisait dans l'ouverture de la trappe inférieure, servait à passer d'un plancher à l'autre. Six autres échelles étaient appliquées le long de la paroi du cuvelage pour descendre dans le fond et visiter les joints.

Deux robinets, placés tous deux au-dessus du plancher intérieur, l'un dans la paroi du cône supérieur, l'autre dans celle du cône inférieur, permettaient d'établir la communication du sas avec l'air libre ou avec l'air comprimé.

La conduite d'air portait aussi un robinet destiné à retenir le plus possible le fluide comprimé dans le cuvelage, si une fuite importante se manifestait dans le tuyau supérieur, ou bien si la machine venait à manquer. Ce robinet, placé d'abord dans l'intérieur du sas, fut ensuite adapté un peu au-

dessus du plancher inférieur, par la raison que les nécessités du service voulaient que le sas fût assez longtemps en communication avec l'air extérieur et qu'il fallait que ce robinet se trouvât toujours sous la main des ouvriers travaillant dans l'appareil. Un obturateur était placé dans le même but près de la machine soufflante.

Divers manomètres indiquaient la pression de l'air : un, du système Bourdon ordinaire, sur le tuyau de conduite près du mécanicien, et deux autres dans le sas. L'un de ces derniers était à air libre et pouvait marquer au *maximum* 2 1/4 atmosphères effectives ; l'autre était du système Bourdon, différant du manomètre ordinaire en ce que le vide était fait à l'intérieur du tuyau et que de cette manière la pression s'y exerçait de l'extérieur à l'intérieur.

Pour enfoncer le cuvelage dans le terrain et réagir en même temps contre la pression intérieure qui tendait à le soulever, on se servit de vis en fer à filets carrés, de 1^m de longueur et de $0^m,06$ de diamètre au noyau. Le filet de vis avait une saillie de $0^m,005$, une épaisseur de $0^m,006$ et un pas de $0^m,011$. L'écrou, en forme de carré de $0^m,10$ de côté, était mis en mouvement par une clef de $1^m,20$ de longueur. Dans la crainte de voir plier les vis, on les faisait avancer le moins possible, au plus de $0^m,60$ et on diminuait leur portée à l'aide de sabots en bois placés à leurs pieds.

Ces vis prenaient appui sur des traverses encastrées dans le boisage du puits et pressaient contre d'autres traverses horizontales qui transmettaient l'action à l'anneau en fonte du cuvelage par l'intermédiaire de pièces verticales en bois de $2^m,80$ de hauteur et de $0^m,25$ d'équarrissage (figures 4 et 9). On avait soin de renforcer par de nouveaux porteurs la partie du boisage sur laquelle on s'appuyait. Dès que la descente égalait la distance entre deux cadres consécutifs, on plaçait de nouvelles traverses sous le cadre inférieur et on démontait successivement les vis pour les établir sous celles-ci. Comme la base d'action de ces vis se déplaçait sans

cesse, on continuait à renforcer le boisage à mesure de l'enfoncement. Dans le commencement on ne se servit que de 4 vis avec un homme à chacune, mais le nombre dut en être augmenté successivement jusqu'à 12 et l'on finit par placer 2 et même un moment 3 hommes à chacune d'elles. Quand le nombre de vis fut aussi grand, on les disposa sur deux étages distants de 2^m, afin que les ouvriers pussent les manœuvrer à leur aise.

Organisation du travail dans l'air comprimé. — Dès l'origine, M. Englebert put organiser le travail d'une manière régulière pour toute la durée de l'emploi de l'air comprimé, car rien dans la marche présumée des choses ne devait venir apporter de grands changements aux conditions ordinaires. Voici comment il fut réglé :

La durée d'un poste fut fixée à 4 heures pour les ouvriers travaillant dans l'air comprimé. Ils étaient divisés en 4 brigades, chacune de 10 hommes, et faisaient 3 postes dans l'espace de 2 jours, c'est-à-dire 1 poste 1/2 (6 heures) par jour. Ils avaient de cette manière après chaque poste un repos de 12 heures.

Les 10 ouvriers d'une brigade descendaient ensemble et se répartissaient comme suit : 2 dans le sas, 2 sur le plancher inférieur et 6 dans le fond. Ces derniers enlevaient le terrain, remplissaient les petites tonnes, d'une contenance d'environ 1/2 hectolitre, qui servaient à l'extraction, surveillaient les joints du cuvelage, bouchaient les fuites et aidaient au besoin les deux ouvriers du plancher inférieur à élever à l'aide du treuil les tonnes pleines, qui étaient ensuite tirées et rangées dans le sas par les deux ouvriers qui s'y trouvaient.

Dès qu'un poste était fini, les 10 ouvriers du poste suivant arrivaient sur le sas, qu'ils trouvaient ouvert. Ils pénétraient dedans, sauf un seul qui restait au-dessus, on verra plus loin dans quel but. La trappe et le robinet supérieur étant ensuite fermés et le pourtour de la première luté en dedans avec de

l'argile molle, on ouvrait le robinet inférieur et la pression s'établissait insensiblement dans l'appareil. Lorsque l'équilibre était complet, la trappe inférieure s'ouvrait d'elle-même; un des ouvriers restait dans le sas, les 8 autres en descendaient et y étaient remplacés par les 8 qui venaient de terminer leur tâche. La manœuvre inverse s'effectuait alors pour passer de l'air comprimé dans l'air libre, et les ouvriers susdits sortaient du sas. Il ne restait dans celui-ci que celui du nouveau poste qui ne l'avait pas quitté. Son compagnon, demeuré par dessus, venait le rejoindre. C'étaient ces deux ouvriers qui manœuvraient le treuil supérieur. Ils se mettaient donc à la pression intérieure, puis élevaient sur le plancher du sas les baquets pleins de sable qu'on avait tirés du fond sur le plancher inférieur. Ces diverses manœuvres étaient combinées de cette manière pour plusieurs motifs : d'abord afin qu'un ouvrier ne se trouvât jamais seul dans le sas pour passer d'une pression à l'autre et qu'il y eût toujours dans le cuvelage plusieurs ouvriers veillant aux divers services et prêts à porter aide en cas d'accident; ensuite pour que l'on n'eût que le moins de fois possible à effectuer la manœuvre du sas, ce que l'on devait éviter surtout dans le commencement du travail, parce qu'il en résultait une perte d'air et qu'à cette époque la machine soufflante avait déjà beaucoup de peine à maintenir dans l'appareil la pression suffisante, à cause des nombreuses fuites qui se déclaraient à travers les joints du cuvelage (1). Enfin, comme dernière conséquence des mesures prises, il n'y avait qu'un seul ouvrier qui fût soumis deux fois à la pression dans la durée d'un poste; c'était celui qui restait dans le sas pour faire la manœuvre des robinets, et comme cette fonction était par cela seul plus

(1) Dans la suite, quand on eut remédié à la trop grande déperdition de l'air, on n'avait plus tant d'intérêt à ménager la machine et il arrivait même que l'on sentait le besoin de renouveler l'air intérieur. C'est ainsi que M. Englebert fit plusieurs fois ouvrir en sa présence les deux robinets du sas, en ayant soin de prévenir le machiniste pour qu'il accélérât le mouvement de la machine.

pénible, chacun en était chargé à son tour. Du reste cet ouvrier et celui qui était resté au-dessus du sas avaient la besogne moins rude et pouvaient remonter un peu avant les autres ; car après s'être remis en communication avec le fond et avoir rangé sur le plancher du sas le nombre voulu de baquets, ils détendaient la pression et n'avaient plus alors qu'à aider l'extraction des tonnes, qui se faisait directement jusqu'à la surface par le treuil qui y était établi, après quoi ils pouvaient remonter. Les ouvriers du poste suivant trouvaient ainsi le sas ouvert et recommençaient les mêmes manœuvres.

Pendant que la communication du sas avec le fond était interceptée, l'extraction des déblais pouvait se poursuivre grâce au plancher inférieur, sur lequel on déposait les baquets pleins en attendant qu'on pût les élever dans le sas et de là au jour (1).

(1) Relativement au passage des ouvriers dans la chambre d'air, ne serait-il pas utile et même prudent de prendre des dispositions pour que l'on puisse de l'extérieur ou du fond de l'avaleresse ouvrir et fermer les robinets et les trappes, sans qu'il y ait nécessairement quelqu'un dans le sas? Cette précaution, que je n'ai vue prise dans aucune des applications de l'appareil à air comprimé, me paraît cependant présenter des avantages dans certains cas. Ainsi, dans la marche décrite plus haut, si, pendant que le sas est ouvert, les ouvriers du fond ont besoin de quelque secours, il leur est impossible de sortir de l'appareil ; il faut que ce soit un homme du dehors qui vienne les délivrer en se faisant comprimer dans le sas. De même, si le sas est fermé, on ne peut y pénétrer de l'extérieur, à moins qu'un ouvrier de l'intérieur ne s'enferme dedans, et ne détende la pression. Dans tout le cours du travail que je décris ici, on n'a pas toutefois senti le besoin de cette mesure supplémentaire, tant à cause de l'absence de certains accidents que de la grande facilité des communications par signaux à travers les parois de l'appareil.

D'autre part, il serait peu prudent de confier à des ouvriers placés à l'extérieur la manœuvre habituelle des robinets et des clapets; car il n'y aurait pas possibilité de cette manière de luter convenablement les joints, ni de s'assurer si la fermeture des ouvertures que l'on n'a pas sous les yeux est parfaite. Ce serait introduire une cause de danger. Cette mesure ne servirait donc que dans des circonstances exceptionnelles, tandis que dans la marche régulière des choses on ne changerait rien à l'organisation décrite plus haut et ainsi on conserverait la garantie d'une fermeture complète et d'une manœuvre convenable en laissant les ouvriers dans l'obligation de rester dans le sas pour ouvrir ou fermer les communications. L'ouvrier n'est pas naturellement très-prudent. Travaillant au milieu du danger, il s'y habitue et se relâche bientôt des précautions qu'on lui recommande. C'est pour ce motif qu'on ne doit rien

Pour guider les tonnes dans leur passage à travers l'orifice supérieur du sas, un ouvrier était placé par dessus. Cet ouvrier ne pénétrait jamais dans l'air comprimé. Il travaillait aux vis avec l'une ou l'autre brigade, renforcée au besoin, dans la dernière période, par des hommes que l'on faisait descendre du jour. De plus il était chargé de divers petits services et entre autres de transmettre les signaux au jour. Ces signaux, faits de l'intérieur de l'appareil, se bornaient généralement à l'accélération ou au ralentissement de la machine, ce que l'on indiquait en frappant sur les parois du sas. Dans le principe ce signal se donnait sur le tuyau d'air, ce qui produisait un bruit qui se transmettait jusqu'au mécanicien; mais ce mode de correspondre n'étant pas sans inconvénient pour la conservation des joints de la conduite d'air et pour la sûreté des communications, on lui substitua celui dont je viens de parler.

L'enfoncement du tube était effectué de temps en temps, quelquefois seulement au bout de plusieurs jours, le terrain pouvant en certains points se soutenir à découvert sur une hauteur assez grande au-dessous du couteau, comme on le verra plus loin. Cette manœuvre se faisait généralement dans le changement des brigades, afin que l'on ne fût pas obligé d'ouvrir le sas expressément pour cet objet. On avait quelquefois à enfoncer en une fois $0^m,60$ à $0^m,65$; mais c'était alors le résultat du travail de plusieurs jours. Cependant on avança jusque de 40 centimètres en un jour. Pendant que l'on travaillait aux vis, deux ouvriers restaient dans le fond de la fouille pour surveiller la descente.

L'ouvrier placé sur le sas, ayant la tâche plus facile,

négliger pour le mettre dans l'impossibilité de commettre des imprudences.

Par une considération semblable on ne doit pas multiplier les robinets ou du moins on doit leur donner une section assez petite pour que, même si on les ouvre complétement, le passage d'un milieu à l'autre soit encore suffisamment long.

L'emploi d'une soupape de sûreté est assez utile dans certains cas pour prévenir une trop forte pression. Dans le cas présent, on pouvait s'en dispenser, vu la grande perméabilité du sol et les mesures particulières que l'on avait prises. Dès lors elle n'eût fait qu'introduire un danger nouveau.

travaillait 6 heures consécutives. A la surface la journée était de 8 heures. La manœuvre du treuil et le transport des déblais y occupaient 5 hommes. Il y avait de plus un machiniste, un chauffeur et un cuisinier, car les ouvriers prenaient leurs repas sur le carreau de la fosse. La surveillance était exercée par trois porions, un par brigade, travaillant chacun 8 heures par jour, 4 dans l'air comprimé et 4 à l'air libre.

Telle était la marche ordinaire du travail.

Description des diverses phases de l'opération.—La description des appareils et de leur mise en œuvre étant exposée, je vais maintenant passer en revue les phases diverses qui se sont présentées pendant la durée de l'opération et j'arriverai ainsi tout naturellement à l'époque où certains moyens furent reconnus insuffisants et où l'on dut introduire de nouvelles dispositions qui modifièrent profondément le système primitif.

Ce fut vers le milieu du mois de février 1857 que l'on commença l'emploi de l'air comprimé. Auparavant on avait recouvert intérieurement de terre glaise tous les joints de l'appareil et on avait essayé le sas à une pression effective de 2 atmosphères 1/2, sans pénétrer dans son intérieur. Il avait parfaitement tenu l'air.

La fouille avait été, comme on l'a vu, prolongée de $4^m,15$ au-dessous du sol de la galerie d'exhaure en épuisant l'eau avec des tonnes. On avait ensuite un peu enfoncé à niveau plein avec des dragues et un trépan; mais la dureté de la butte de sable agglutiné avait empêché de continuer.

L'air comprimé refoula l'eau et mit le fond à sec. On attaqua la roche avec des outils, des pics, des ciseaux, etc. Elle s'enlevait très-bien. C'était une sorte d'agglutination sans ciment des mêmes grains que ceux du sable mouvant. Après quelque temps, des cailloux blancs de diverses grosseurs vinrent se mêler à ce sable et formèrent un véritable poudingue dont les plus gros grains dépassaient rarement la grosseur

d'une noisette et dans lequel on remarquait de temps en temps de petits cailloux noirs. Ce conglomérat venait former une pointe vers le nord de l'avaleresse. Le reste du fond était occupé par du sable mouvant, qui mis à sec s'enlevait parfaitement à la pelle sans mouvement dans la masse. On pouvait creuser au-dessous du couteau du cuvelage sur une hauteur de $0^m,15$ à $0^m,20$ sans que le sable tombât, pourvu qu'on eût soin de garnir d'argile la face découverte, tant pour prévenir les éboulements que pour empêcher une trop grande déperdition d'air. Lorsqu'on jugeait l'avancement suffisant, on enfonçait l'appareil avec les vis de pression qui étaient alors au nombre de 4.

On descendit ainsi de 2^m environ.

Cependant le cuvelage dont une partie de 5 ou 6^m seulement était engagée dans le terrain, livrait passage à un grand nombre de fuites malgré les bourrelets d'argile plastique que l'on ne cessait d'entretenir intérieurement le long des joints, très-nombreux, comme on a pu le voir par la description. Dès qu'une fuite se déclarait, elle était décelée immédiatement par le sifflement de l'air qui s'échappait, et un des ouvriers se hâtait de refaire le plâtrage. Les échelles établies le long des parois facilitaient cette besogne, qui occupait continuellement 2 des 6 ouvriers du fond. Par suite de ces nombreuses pertes d'air, quoique la pression nécessaire au refoulement de l'eau fût encore faible, la machine devait donner 75 à 80 coups doubles par minute. Il y eut même un moment où elle fit 120 tours. Cet état de choses ne pouvant continuer, on se mit en mesure de remater la partie supérieure du cylindre en tôle, ce qui ne pouvait se faire qu'en suspendant le travail. Mais on craignait qu'en diminuant la pression, même insensiblement, les sables ne vinssent à se soulever, ce que l'on cherchait à éviter le plus possible; car on n'ignorait pas que les sables, très-consistants et relativement faciles à travailler quand ils sont en repos, deviennent coulants dès qu'on les remue et que de plus un soulèvement

ne peut avoir lieu sans que des vides se produisent dans la masse entourant les parois du cuvelage. Or on avait des exemples de tubes écrasés dans de telles circonstances. En conséquence, M. Englebert, avant de supprimer la contre-pression de l'air, fit construire sur le fond de la fouille un plancher solide destiné à retenir les sables. Il était composé de madriers jointifs de $0^m,05$ d'épaisseur, assez longs pour s'engager sous le couteau du tube et renforcés par 3 traverses de $0^m,25$ sur $0^m,28$ d'équarrissage. Ces dernières étaient soutenues elles-mêmes par des poussards qui s'appuyaient contre les rebords intérieurs du cylindre en tôle. Une couche de paille étendue sur le sable sous les madriers empêchait l'irruption de celui-ci par les fentes.

Ce plancher ayant été établi, on ralentit progressivement le mouvement de la machine soufflante, après avoir placé un ouvrier pour voir dans les premiers moments comment le plancher se comporterait. Il résista parfaitement. On profita du rematage des joints pour faire diverses réparations aux appareils, pour ajouter une nouvelle chaudière, une seconde machine alimentaire, etc. Le chômage dura 15 jours. Quand, après ce laps de temps, on retourna au fond du puits on ne trouva pas de sable au-dessus du plancher. Dans la suite on profita de ce moyen plusieurs fois, toujours avec succès, entre autres pour ajouter les bouts de tuyaux de 2^m, travail dont on se dispensa bientôt, comme je l'ai dit ci-dessus.

Le rematage des joints eut un très-heureux effet, car après cette opération il suffit que la machine marchât avec une vitesse de 40 tours par minute pour maintenir la pression.

Au poudingue succéda insensiblement une espèce de grès, formé comme plus haut de sable très-fin agglutiné, mais beaucoup plus dur, qui envahit bientôt toute la surface du puits. Ce grès, quand il était exposé à l'air pendant quelque temps, se désagrégeait légèrement à la surface des blocs, mais, fraîchement découvert dans la fouille et imbibé d'eau,

il était d'une dureté excessive. Il arriva un moment où l'outil ne pouvait presque plus l'entamer et s'émoussait en peu de temps, en n'enlevant que de petits éclats plats et courts. On dut alors recourir à la poudre et l'on en obtint de très-bons résultats. Voici comment on opérait :

On creusait le trou de mine sous l'eau en maintenant son niveau tangent au fond de la fouille ; ensuite on accélérait un peu le mouvement de la machine et comme, malgré sa ténacité, la roche était très-perméable, on mettait facilement à sec des trous profonds de 0^m,50 à 0^m,60, quoique leur fond fût quelquefois inférieur de 0^m,80 à la base du cuvelage. On curait alors le trou, on y introduisait la charge contenue dans un tube de carton goudronné et on bourrait avec de l'argile en laissant un canal pour mettre le feu, ce qui se faisait au moyen d'un simple fétu de paille. Le bourrage demandait les plus grandes précautions, car le sable battait feu. On employait des bourroirs et des épinglettes en cuivre. On chargeait ainsi ordinairement deux mines à la fois. Après avoir mis le feu aux morceaux d'amadou, en conservant toujours le mouvement accéléré de la soufflerie, les ouvriers se retiraient sur le plancher inférieur du sas.

La charge de ces mines était très-faible ; ce n'étaient pour ainsi dire que des pétards qui suffisaient pour désagréger, mais ne pouvaient occasionner des projections qui eussent détérioré le cuvelage. La fumée produite par la combustion de la poudre restait dans le fond du puits et s'échappait insensiblement par les pores du terrain. On facilitait son évacuation en pratiquant un petit trou dans la partie de la paroi laissée à découvert et en activant un peu la marche de la machine. Après un espace de temps variant de 1/4 d'heure à 1/2 heure, suivant la perméabilité du terrain, les ouvriers pouvaient redescendre et reprendre leur travail.

Les parois verticales de l'excavation sous le couteau étaient dressées au pic. On descendait généralement de 0^m,30 à 0^m,40 avant d'enfoncer le cylindre, en ayant soin de plaquer

d'argile toute la surface verticale pour éviter de trop grandes pertes d'air. On laissait derrière la surface externe du cuvelage un jeu de 0^{m},05 de chaque côté.

On traversa ainsi 3^{m},06 de cette espèce de grès et on entra dans un sable blanc très-mouvant. Le travail dans ce terrain marchait très-rapidement. L'avancement journalier était de 0^{m},15 en moyenne.

On atteignit la fin du mois d'avril. Le cuvelage présentait une résistance de plus en plus grande à l'enfoncement. Le nombre des vis avaient été augmenté progressivement. On avançait toujours, mais avec plus de difficulté. Au commencement de mai, lorsqu'on eut pénétré de 2^{m},17 dans la dernière masse de sable mouvant, c'est-à-dire qu'on fut arrivé à la profondeur de 11^{m},78, le tube refusa de descendre, bien que l'on eût porté le nombre de vis à 12 et que 2 et même un moment 3 hommes fussent placés à chacune d'elles. Les bois des cadres horizontaux du revêtement du puits cassaient. Ce boisage, fait de pièces de hêtre, étant établi depuis plus d'un an et demi et n'ayant pu être entretenu, on conçoit qu'il devait être en très-mauvais état. Les bois étaient en partie pourris et les porteurs que l'on ajoutait comme renforts n'avaient que peu d'effet.

Comme on l'avait déjà fait plusieurs fois, on essaya de faciliter la descente du tube en ameublissant les sables à sa base. Ce moyen avait été mis en pratique dans l'avaleresse de Strépy-Bracquegnies avec assez de succès. Mais on doit n'en user qu'avec une extrême réserve, parce qu'il a pour conséquence inévitable de former des affouillements dans la masse environnante. Aussi, dans le travail actuel, se maintenait-on dans des limites très-restreintes. Quand le tube paraissait éprouver une trop grande résistance, on diminuait la pression de l'air de manière à laisser remonter les eaux dans l'intérieur de 0^{m},30 à 0^{m},40 seulement. Les sables se soulevaient, s'ameublissaient, et l'enfoncement du tube pouvait se faire plus facilement. Cet expédient avait réussi plusieurs

fois, mais au point où on était parvenu, il n'eut plus d'effet et on n'osa pas trop renouveler les tentatives, de crainte d'accident.

Toutefois la résistance ne paraissait pas en rapport avec la profondeur. Son augmentation rapide dans les derniers moments porte à croire que les blocs de grès flottant pour ainsi dire au milieu des sables mouvants auront été ébranlés par les petits affouillements qu'il était difficile d'éviter dans l'enlèvement des sables, que ces blocs se seront resserrés contre le cuvelage et auront subitement produit une augmentation considérable dans le frottement (¹).

L'exposé de la disposition des appareils a dû faire voir que la résistance du terrain n'était pas le seul élément de la question. Le sas à air faisait l'effet d'un piston poussé de bas en haut par l'excédant de pression de l'air intérieur sur l'air extérieur. A la profondeur de 11^m,78, l'effort à exercer pour vain-

(¹) On se fera une idée de la grande mobilité des sables par les deux faits suivants :

1° On se rappelle que dans le commencement du travail, pour contrebalancer l'effet nuisible de l'entraînement des sables vers l'intérieur du puits, on avait jeté une certaine quantité de chaux vive autour du cylindre au niveau de la galerie d'écoulement. Cette chaux, entraînée par le mouvement du terrain, descendit le long de la paroi et vint se présenter dans le fond de la fouille. On en retira avec les sables, non-seulement pendant le travail à air libre, mais même lors de l'emploi de l'air comprimé. A une assez grande profondeur on en trouvait encore de temps en temps de petits fragments. Sa présence dans les premiers moments était désagréable parce qu'elle arrivait alors en assez grande quantité et causait de légères brûlures aux mains des travailleurs.

2° Lorsque, par l'enfoncement progressif du cylindre, on fut arrivé avec sa partie supérieure vers la base de la couche puissante de sable noir qui descend jusqu'à 8^m au-dessus de la galerie d'écoulement, on s'aperçut qu'il s'était formé derrière le boisage des cavités, parfois assez fortes. On les remplit aussitôt avec du sable, de la paille, et même avec des briques et des matériaux descendus du jour. Ces vides dans les sables secs provenaient d'éboulements qui avaient probablement leur source dans le creusement de la partie adjacente du puits et surtout de la galerie d'écoulement ; car on observa les mêmes effets dans la seconde avaleresse avant d'arriver avec la fouille au niveau de cette galerie, qui avait été construite antérieurement. Toutefois le travail effectué sous le niveau d'assèchement ne devait pas y être étranger, et ce qui tendrait à le prouver, c'est que vers la fin du creusement, l'orifice du conduit d'exhaure fut trouvé affaissé et disloqué sur plusieurs mètres de longueur.

cre cet excédant avait pour expression $\frac{\pi(458)^2}{4}(1,033)\ 1,178$, ce qui fait à peu près 200,000 kilog. Ce poids considérable venait s'ajouter au frottement du terrain et il n'est pas étonnant qu'avec une base aussi mauvaise que le boisage détérioré du puits, on n'ait pu vaincre ce surcroît de résistance. Cette question sera examinée plus en détail ci-après.

Continuation de l'enfoncement à l'aide d'un cuvelage en bois posé pièce par pièce en descendant. — La base sur laquelle on s'appuyait étant venue à manquer, on se trouvait dans un grand embarras. On avait encore devant soi 3 mètres de sable mouvant avant d'arriver au terrain houiller. Il fallait aviser à de nouveaux moyens qui permissent de conserver intacte la partie faite de l'enfoncement et de le continuer, autant que possible, avec les mêmes dimensions.

M. Englebert ayant remarqué sur quelle hauteur les sables, même très-mouvants, pouvaient se soutenir d'eux-mêmes, pourvu qu'on garnît la surface découverte d'une couche d'argile, imagina de poursuivre le creusement dans l'air comprimé en revêtant les parois d'un cuvelage en bois posé pièce par pièce en descendant et suspendu au tube supérieur.

Comme on était pris au dépourvu et qu'il fallait quelque temps pour se préparer, on établit pour la dernière fois le plancher et l'on ralentit insensiblement la marche de la machine pendant environ douze heures pour laisser remonter les eaux sans troubler le repos des sables. On saisit avec empressement cette occasion pour faire diverses réparations aux appareils et surtout à la machine soufflante, qui marchait depuis longtemps sans relâche.

Quand toutes les pièces nécessaires au nouveau travail furent construites et que l'on eut remis tout en bon ordre, on reprit le creusement (fin de mai).

Le terrain fut facilement mis à nu sur la hauteur nécessaire au placement de chaque pièce de bois, que l'on fixa,

comme il sera dit plus loin, soit au cuvelage en tôle, soit à la pièce immédiatement supérieure. On remplaça de cette manière le tubage en fer primitif par un cuvelage en bois qu'on n'enfonçait plus dans les sables, mais que l'on allongeait sans cesse par le bas en y ajoutant de nouvelles assises. Ce moyen réussit parfaitement et permit d'atteindre le terrain houiller.

La forme que l'on adopta pour ce cuvelage fut celle d'un prisme à 16 pans, les joints horizontaux alternant entre eux (figures 10 et 11). Sur la face supérieure de la première assise, à une distance de $0^m,10$ à $0^m,12$ du rebord extérieur (fig. 11), on creusa une rainure circulaire de 12 centimètres de large et 15 de profondeur, dans laquelle on logea la base du couteau du cylindre et l'on réunit les deux parties du revêtement par des tirants verticaux, au nombre de 2 à chaque pièce, traversant celle-ci et allant se relier au dernier rebord horizontal du tube en fer (fig. 10). La rainure fut d'abord remplie d'argile, mais dans la suite, quand le cuvelage fut terminé, on y exécuta un bon picotage, afin de rendre aussi étanche que possible la liaison des deux revêtements.

Les pièces de la première assise, qui avaient $0^m,45$ d'épaisseur et $0^m,38$ de hauteur, débordaient la paroi en tôle à l'intérieur d'environ $0^m,30$, ce qui rétrécissait le diamètre du puits de $0^m,60$. Cette circonstance défavorable n'était pas inhérente au nouveau procédé de creusement. Si même on était parvenu à terminer le travail avec le cylindre en tôle, on avait toujours l'intention de le revêtir intérieurement d'une cuve en bois, parce qu'on n'avait pas assez de confiance dans sa résistance, tant à cause de l'action corrosive des eaux, que du déforcement résultant de son enfoncement dans le terrain. Le cuvelage en bois établi de prime abord dans la partie inférieure devait, lui, être suffisant et il présentait à son sommet une saillie propre à recevoir la cuve en bois que l'on se proposait d'élever dans l'intérieur du tube en fer et dont,

en présence de ce dernier, on pouvait diminuer assez les dimensions pour la faire affleurer intérieurement avec la partie inférieure.

L'épaisseur des autres assises du cuvelage n'était que de $0^m,40$, moindre de $0^m,05$ que celle de la première. La longueur des diverses pièces était de $0^m,80$ et leur hauteur de $0^m,35$ pour la plupart. Chacune était suspendue à la pièce supérieure par deux boulons verticaux de $0^m,025$ de diamètre, traversant la première près des extrémités d'une diagonale et se vissant sur le dessous de la seconde. Les ouvertures dans lesquelles on engageait ces boulons étaient creusées à $0^m,22$ des faces contiguës. On alternait successivement les diagonales, pour qu'il n'y eût pas correspondance entre les boulons de deux assises consécutives. Ainsi, si dans la pièce ABCD (fig. 12), les boulons traversaient aux points *a* sur la diagonale AC, dans la pièce inférieure on les plaçait sur la ligne DB, afin qu'ils vinssent se visser sur la pièce ABCD aux points *b*. La tête de ces boulons, placée en bas, était noyée dans la pièce et venait affleurer la face inférieure.

A mesure de l'enfoncement, la pression intérieure devait dépasser de plus en plus la pression exercée extérieurement par l'eau sur une assise quelconque, et la différence entre ces deux pressions devait être d'autant plus forte que l'assise considérée était plus éloignée du fond du puits. Pour éviter les disjonctions que pouvait occasionner cette différence de pression, on réunit deux à deux les pièces formant la première assise à l'aide d'équerres en fer noyées dans l'épaisseur du bois et fixées par 4 vis. Leur longueur totale était de $0^m,30$, leur épaisseur de $0^m,02$ et leur largeur de $0^m,08$. Trois assises plus bas, on agit de même et, en présence de la solidarité des pièces composant chaque panneau du prisme et du peu de hauteur du revêtement, on crut avoir pris assez de précaution contre l'ouverture des joints. Mais bientôt on s'aperçut que ce que l'on avait fait était insuffisant. Pour ramener en place les pièces dérangées d'une assise, M. Engle-

bert imagina le moyen suivant : il fit placer horizontalement au centre de la section un fort anneau en fer de $1^{m},20$, percé à sa périphérie de 16 trous. 16 tirants en fer solidement vissés au milieu des pièces voisines de la section horizontale et convergeant vers le centre venaient s'engager dans ces trous. La partie de ces tirants qui dépassait dans l'intérieur de l'anneau était filetée et portait un écrou à l'aide duquel on tendait le tirant et on ramenait vers le centre la pièce de cuvelage à laquelle celui-ci était fixé. Dans cette opération, on avait soin d'agir à la fois sur les deux tirants diamétralement opposés, et de n'arriver à une tension complète que progressivement en serrant les écrous les uns après les autres. Quand les pièces étaient ainsi ramenées en place, on pouvait les rendre solidaires par des clames fixées sur les joints et alors, pour ne pas encombrer la fosse, on ôtait la plupart des rayons et on n'en laissait que trois ou quatre pour être à l'abri de toute éventualité. L'ouverture des joints, outre l'inconvénient de disloquer le cuvelage, avait celui, tout particulier au cas présent, de donner naissance à des pertes considérables d'air. Grâce aux expédients ci-dessus décrits, on parvint à en annuler presque complétement les effets nuisibles.

On atteignit le terrain houiller le 20 juin et l'on pénétra dans les schistes en continuant la pose du cuvelage en descendant jusqu'à la profondeur de $15^{m},83$ au-dessous du sol de la galerie d'écoulement ($4^{m},05$ sous la base du cuvelage en tôle), profondeur à laquelle on avait pénétré dans le terrain solide de $1^{m},05$ au nord et de $0^{m},50$ au midi. Alors, abandonnant la pose du cuvelage en descendant, on chercha une bonne base pour l'établissement d'*une trousse à picoter*. On la trouva $1^{m},35$ plus bas, à la profondeur de $17^{m},18$ au-dessous du niveau d'exhaure, c'est-à-dire à $70^{m},28$ de la surface. Après avoir établi la trousse, on rejoignit la partie suspendue du cuvelage par le moyen de deux assises et d'une clef.

Achèvement du travail. — On avait ainsi une cuve en bois de 3^{m},40 de hauteur reposant sur un terrain solide et étanche. On pouvait donc supprimer la pression. Mais auparavant on assura l'imperméabilité de la jonction des deux revêtements, en exécutant dans la rainure un picotage avec mousse et *lambourdes* et l'on calfata légèrement les joints verticaux du cuvelage en bois, ce que l'on n'avait pu faire encore à cause des mouvements que les changements de pression faisaient éprouver aux pièces. Alors seulement on laissa descendre peu à peu la pression et l'on s'aperçut avec une vive satisfaction que le revêtement en bois ne laissait pas passer d'eau (13 juillet). Il en venait cependant un peu dans le puits, mais c'était par les joints verticaux du cuvelage en tôle et par la jonction des deux revêtements. Les eaux ne montaient que très-lentement et elles étaient loin d'avoir repris leur niveau lorsque, quelque temps après, on remit le puits à sec à l'aide de tonnes. On jugea alors convenable, par suite du mouvement que la pression de l'eau avait produit, de faire un calfatage soigné dans tous les joints.

Comme on ne croyait pas suffisante la base du revêtement étanche, on résolut d'établir un peu plus bas une seconde trousse à picoter, mais on avait un travail plus pressé à exécuter : le boisage de la partie du puits immédiatement supérieure à la galerie d'écoulement, boisage sur lequel on s'était appuyé sur une certaine hauteur pour enfoncer le cylindre en tôle, donnait de grandes inquiétudes. On avait hâte de le remplacer par une bonne maçonnerie.

Néanmoins, tout en laissant remonter lentement les eaux, on avait commencé à recouvrir intérieurement le cylindre en tôle d'un cuvelage en bois reposant sur le rebord formé par la partie qui avait été construite en descendant. Les pièces de ce nouveau cuvelage, également à 16 pans, ne devaient plus avoir une épaisseur aussi grande, vu que la résistance de la paroi en tôle venait s'ajouter à la leur. On leur donna 0^{m},20 sur 0^{m},20 d'équarrissage. Elles venaient affleurer au dedans

de la partie inférieure et laissaient au dehors, entre elles et le cuvelage en fer, un petit intervalle que l'on remplissait, en s'élevant, avec un bon béton hydraulique.

Cette partie du revêtement était donc en construction; mais, retardé d'une part par la livraison du bois et pressé d'autre part de commencer plus haut, on l'abandonna avant qu'elle fût achevée pour procéder au remplacement du boisage défectueux. En démontant le sas antérieurement, on avait enlevé les 2 mètres supérieurs du tube, qui étaient devenus complétement inutiles. Il en restait encore 4 mètres jusqu'au faîte de la galerie d'écoulement; mais on n'osa les enlever, parce que le terrain était très-mauvais et que l'orifice de la galerie s'était affaissé. On remplit le vide avec du béton, on replaça l'anneau en fonte sur le sommet du tube et l'on établit par dessus une forte semelle en bois de $0^m,50$ de largeur, à laquelle on donna la forme d'un polygone de seize côtés, pour qu'elle s'adaptât parfaitement au cuvelage qui devait venir la rejoindre par dessous. Sur cette semelle on éleva jusqu'au jour une maçonnerie de 2 briques $^1/_2$ d'épaisseur; de sorte que le puits, qui, à l'origine, avait $4^m,90$ de diamètre inscrit au boisage, ne présentait plus qu'une ouverture circulaire de $3^m,98$. Dans la construction de cette maçonnerie on retira les bois dans la partie supérieure; mais dans le bas, sur une hauteur d'environ 25 mètres, on n'osa toucher à aucune pièce et on laissa même les clames en fer dans les 15 premiers mètres. Les vides furent remplis de béton.

Ce travail terminé (mois d'octobre), le revêtement intérieur du cylindre en tôle fut prolongé jusqu'à la semelle en bois. Alors on transforma la machine soufflante en machine d'extraction, on mit les eaux à sec, on creusa jusqu'à 2 mètres au-dessous de la trousse et on en établit une seconde que l'on relia à la première par une petite *passe* de cuvelage. Cette seconde trousse se trouve à $72^m,28$ de la surface.

CREUSEMENT DU SECOND PUITS.

Après la description du premier travail, il me reste peu de choses à dire du second, qui fut conduit à peu près de la même manière, si ce n'est que l'on parvint à enfoncer le tube en tôle jusqu'au terrain solide et qu'on put ainsi se dispenser de recourir au cuvelage en bois placé en descendant.

La nouvelle avaleresse fut creusée à 35 mètres au couchant de la précédente dans l'emplacement du petit puits n° 18, qui avait été enfoncé jusqu'au conduit d'écoulement.

La série des dépôts supérieurs au terrain houiller en ce point est indiquée par le tableau suivant :

NATURE DES COUCHES	ÉPAISSEURS.	PROFONDEURS auxquelles elles sont atteintes.
	M.	M.
Argile	8,35	»
Sable et silex	0,50	8,35
Sable jaune	3.35	8,85
Rabot	0,50	12,20
Sable orange	1,30	12,70
Rabot	3,00	14,00
Sable vert	8,50	17,00
Sable gris noirâtre avec lignites	0,50	25,50
Cailloux	0,80	26,00
Sable gris avec cailloux	0,60	26,80
Id. noir id.	2,60	27,40
Id. id. ligné de blanc	4,00	30,00
Id. chicorée	9,40	34,00
Id. gris-blanc	1,30	43,40
Id. blanc	6,50	44,70
Id. noirâtre	0,65	51,20
Terrain gras	2,50	51,85 (1)
Sable blanc mouvant	6,44	54,35
Id. gris	0,61	60,79
Id. bleu grisâtre	0,24	61,40
Id. gras	0,63	61,64
TOTAL	62,27	

(1) Faîte de la galerie d'écoulement dont le sol se trouve à 53m,10 de profondeur.

Si on compare ce tableau avec celui que j'ai donné précédemment pour la première avaleresse, on croira au premier coup d'œil y remarquer de grandes divergences; mais en examinant de plus près on verra qu'elles ne portent que sur les détails et que les mêmes couches caractéristiques se retrouvent dans les deux séries : ainsi, à la profondeur de 13 ou 14 mètres, le gravier dit *rabot,* à celle de 25,30 ou 25,50, la couche de lignite nommée improprement tourbe dans la première liste, au dessous de celle-ci des cailloux, puis une épaisseur très-grande de sables plus ou moins noirs et enfin la dernière couche de sable mouvant, dans laquelle est creusée la galerie d'écoulement. Seulement, dans la nouvelle avaleresse, on trouve cette couche divisée par une bande, épaisse de 2^m,50, de terrain gras grisâtre, dans laquelle le conduit d'asséchement vient déboucher ([1]). Quant aux dernières couches de sable gris, bleu grisâtre, gras, etc., ce n'est rien autre que le passage du sable au schiste houiller décomposé à sa surface.

La fouille du nouveau puits, commencée le 21 mai 1858, pendant qu'on achevait l'autre, arriva dans le mois d'octobre suivant au niveau de la galerie d'écoulement. On lui donna les mêmes dimensions et on revêtit ses parois du même boisage que dans le cas précédent. A la faveur de la masse argileuse que l'on rencontra en dernier lieu, on parvint à prolonger l'enfoncement jusqu'à 2^m,15 au dessous du sol de la galerie (25 octobre). A cette profondeur on avait pénétré dans la couche arénacée de 0^m,25 vers le nord de la section; mais, vers le sud, il restait encore une petite épaisseur d'argile à traverser pour l'atteindre. Comme les sables menaçaient de faire irruption dans le puits, on arrêta et l'on se prépara

([1]) Ce terrain gras formait une espèce de masse noirâtre très-grasse, assez semblable à un schiste houiller décomposé, légèrement mélangé de sable dans certaines parties. Un bout de galerie de 4^m,30, creusé vers le nord, resta tout entier dans cette masse. Sa présence est tout à fait accidentelle. Elle pourrait bien avoir été détachée de la surface du terrain houiller bouleversé dans cette région par la rupture qui a formé le cran.

à mettre en usage l'appareil à air comprimé. Les eaux remontèrent dans l'excavation jusqu'à $0^m,30$ au-dessous du sol de la galerie. Comme celle-ci est ordinairement creusée en suivant le niveau des eaux, on ne peut attribuer l'abaissement de ce niveau qu'aux grandes sécheresses qui s'étaient produites depuis sa construction (1855).

Cuvelage en fonte. — On monta le châssis à molettes et l'on descendit le cuvelage dans le fond de la fouille. M. Englebert avait eu l'occasion d'observer dans l'autre travail quelles difficultés on avait éprouvées à rendre étanches les joints des divers panneaux et les rivures des tôles de l'ancien cuvelage, et quelle suite continue d'embarras était résultée des fuites qui se faisaient jour à travers ces joints. En conséquence, il apporta les modifications suivantes dans la construction de cet appareil. L'assise, au lieu d'être formée de plusieurs panneaux, fut faite d'une seule pièce et à cet effet la fonte fut substituée à la tôle. Il supprimait par là d'un coup tous les joints verticaux et toutes les clouures, donnait les moyens de rendre plus rigide et plus parfait l'assemblage des diverses parties et augmentait considérablement sa résistance. Ce dernier résultat était d'une extrême importance en ce qu'il éloignait la possibilité de voir le tube s'écraser par suite d'éboulements ou de mouvements dans les sables et qu'il permettait, d'un autre côté, de pousser beaucoup plus loin l'effort de compression sans craindre des disjonctions ou des déformations. A la fin du premier travail on avait remarqué en effet que le cuvelage s'était légèrement ovalisé; la différence entre les deux axes était de $0^m,07$.

Le nouveau cuvelage fut donc composé de 12 anneaux de 1 mètre de hauteur, réunis par des brides de $0^m,10$ de largeur. L'épaisseur de la fonte était de $0^m,035$ pour les 6 tronçons inférieurs et $0^m,03$ pour ceux du dessus. Les brides avaient pareillement 0,04 et 0,035 d'épaisseur. Comme, dans le travail précédent, on s'était aperçu que le couteau formant

la base du cylindre en tôle était complétement inutile, vu que l'on creusait le terrain par dessous et que l'on ne pût jamais le faire pénétrer dans les sables, on ne changea rien à la forme du dernier anneau en fonte du nouveau cuvelage, c'est-à-dire qu'on laissa subsister son collier inférieur. Bien loin d'en ressentir quelqu'inconvénient, on y trouva une grande commodité pour opérer la jonction du revêtement en fonte avec la passe de cuvelage en bois que l'on vint faire en dessous quand on prit une base étanche dans le terrain houiller.

Pour assurer l'imperméabilité des joints, on remplaça les feuilles de plomb par des bandes de caout-chouc de $0^m,006$ d'épaisseur et 0,10 de largeur. N'ayant pu se procurer des bandes assez longues pour faire le tour du joint, on dut les composer de cinq pièces dont les bouts se recouvraient sur $0^m,15$ de longueur. On superposa deux de ces bandes dans chaque joint en faisant alterner leurs points de réunion et on serra fortement à l'aide des boulons (1).

Avant de descendre ce cuvelage, on l'essaya à une pression effective de 1 $^1/_2$ atmosphère, avec des ouvriers dans l'intérieur. Il ne se déclara presque pas de fuite. Quant au sas à air, celui qui avait servi à l'autre avaleresse, on se contenta de l'éprouver à une pression de 2 atmosphères.

Le travail avec l'air comprimé commença le 24 janvier 1859. La fermeture des joints était si parfaite, qu'il suffisait à la machine de faire 12 à 14 tours par minute pour maintenir la pression. Il n'y avait des fuites qu'aux points de jonction des feuilles de caout-chouc; mais on se garda de les boucher; car elles étaient indispensables au renouvellement de l'air.

(1) Cette nouvelle construction du cuvelage réalisait aussi une économie notable sur les frais de premier établissement, comme on peut le voir par les prix comparatifs suivants :

Cuvelage en fer.

Hauteur, 19^m. Poids, 72,368k à fr 75 les 100k = fr. 54,277.

Cuvelage en fonte.

Hauteur, 12^m. Poids, 57,440k à fr. 25 les 100k = fr. 14,360.

non compris le montage, qui, comme on le conçoit, a coûté beaucoup plus pour le premier que pour le second.

Elles ne suffirent même pas et l'on dut plusieurs fois faciliter la sortie du fluide comprimé par le fonds de l'excavation ou bien ouvrir pendant un certain temps les deux robinets du sas. L'imperméabilité des joints, outre la grande sécurité qu'elle procurait, permit de supprimer les deux ouvriers qui étaient presque continuellement occupés à entretenir les bourrelets d'argile de l'ancien cuvelage. On verra plus loin qu'elle fut encore fort utile dans une circonstance où il importait de retenir le plus longtemps possible l'air comprimé dans l'appareil.

Les sables furent traversés avec la plus grande facilité. On leur trouva les mêmes caractères qu'à l'autre avaleresse. Dans certains points les grains étaient soudés et formaient une sorte de grès plus ou moins dur réparti par masses irrégulières. Ainsi, tandis que du côté du midi on resta dans les sables mouvants sur toute la hauteur, vers le nord, au contraire, après avoir traversé 2^{m},06 de sable, on entra dans un conglomérat de 2^{m},39 d'épaisseur, auquel succéda une partie de 0^{m},95 tellement dure que, de même que dans le travail précédent, on dut l'attaquer à la poudre. Enfin en dessous, on trouva 1^{m},04 de boulant. A partir de cette couche la couleur du terrain commença à se foncer; les sables qui, d'abord étaient mouvants, devinrent insensiblement plus gras et passèrent enfin au schiste houiller décomposé. Ce terrain fut atteint en premier lieu par le nord à une profondeur de 10^{m},06 au-dessous du sol de la galerie d'écoulement; mais ce ne fut qu'à 10^{m},50 que la base du tube reposa tout entière sur le schiste.

L'enfoncement fut effectué sans accident à l'aide de vis dont le nombre fut porté en dernier lieu à 8, avec deux hommes à chacune. Le boisage de la partie du puits voisine du conduit d'assèchement était établi depuis peu et avait été construit avec soin, de sorte qu'on pouvait s'appuyer dessus en toute sécurité.

Ce fut le 2 mars que l'on parvint à la profondeur de

10^{m},50. On avait donc traversé en 37 jours une couche de sable aquifère de 8^{m},50, commençant à 2^{m} au-dessous du niveau des eaux. Ce résultat est assurément des plus brillants, surtout en présence des difficultés que présentait au creusement la nature complexe des sables qui, toujours très-perméables, présentaient en certains points une grande mobilité et en d'autres la dureté du grès.

Le travail marcha régulièrement et ne fut signalé que par deux accidents qui n'ont causé qu'un léger retard. Le 6 février, à 11 heures du soir, la manivelle qui commande le mouvement de la glissière du cylindre soufflant, cassa. Le machiniste s'apercevant de suite de cet accident ferma l'obturateur placé à la partie supérieure de la conduite d'air pour empêcher que le fluide comprimé ne s'échappât par les ouvertures de la distribution, pour le cas où elles n'eussent pas été convenablement fermées par la glissière. Les ouvriers qui travaillaient dans le fond sous la direction d'un porion, n'entendant plus les coups de piston de la machine soufflante, jugèrent de suite qu'il était arrivé quelqu'accident et prévoyant quelle devait en être la conséquence, ils recouvrirent le fond d'argile et de foin et entassèrent par dessus tout ce qu'ils purent trouver sous la main; après quoi ils sortirent en laissant dans l'intérieur deux d'entre eux chargés de surveiller la monte des eaux. On était alors arrivé à peu près au milieu de la descente, à 6^{m},94 au-dessous du niveau de la galerie; une bonne partie de la section était occupée par du sable dur, mais le reste consistait en sable mouvant dont on avait à craindre le soulèvement. Heureusement l'air était si bien renfermé dans l'appareil, les parois du cuvelage lui offraient si peu d'issues, que l'eau ne remonta qu'avec une grande lenteur. Lorsque la machine fut réparée, le lendemain à 9 1/2 heures du matin, c'est-à-dire 10 1/2 heures après l'accident, elle avait tout au plus atteint son niveau naturel. Vers 3 1/2 heures de relevée le fond fut remis à sec et on put s'assurer que la partie sableuse ne s'était presque pas soulevée, que

seulement le petit puisard qui précédait la fouille était rempli. Il est bien probable qu'avec l'ancien cuvelage on n'eût pas obtenu un semblable résultat.

La première idée qui vient à l'esprit au sujet de cet accident, c'est de se demander pourquoi on ne fit pas usage du plancher pour retenir les sables. Cela provenait de ce que, quoique préparé, il se trouvait à la surface et que sa descente et son introduction dans l'appareil aurait demandé trop de temps et aurait causé de trop grandes pertes d'air dans un moment où la machine n'en fournissait plus. La chose n'était pas pratiquable. Aussi, pour ne plus être pris au dépourvu et l'avoir toujours sous la main, on en suspendit les diverses pièces dans le cuvelage même. On en eut bientôt besoin pour ajouter un bout de tuyau à la conduite d'air dont les emboîtements développés n'eussent pas suffi, comme on l'avait d'abord cru, pour pénétrer assez avant dans le terrain solide. L'opération réussit parfaitement.

Le deuxième retard fut occasionné par un accident qui aurait pu également avoir des suites très-graves, mais auquel il fut de suite porté remède, parce qu'on se tenait prêt à toute éventualité. C'était précisément à la fin du travail, alors que d'un côté on venait de toucher au schiste décomposé. Tout à coup les ouvriers entendirent un bruit semblable à un coup de clapet dans le tuyau d'air ; néanmoins dans les premiers moments ils ne remarquèrent rien d'insolite, si ce n'est que la machine avait un peu plus de peine à maintenir la pression voulue dans l'appareil. Ordinairement la différence de tension de l'air près du cylindre soufflant et dans le sas était de 1/4 d'atmosphère. Cette différence augmenta bientôt très-rapidement, ce qui portait à croire qu'il y avait obstruction de la conduite d'air, sans que cependant l'on se rendit compte de son origine. En conséquence on fit établir immédiatement le plancher. La difficulté que la machine éprouvait à maintenir la pression, était telle en ce moment que le manomètre du cylindre marquait 5 at-

mosphères. On laissa remonter lentement les eaux, ce qui, comme on l'a vu, pouvait être obtenu facilement grâce au peu de perméabilité des joints du cuvelage. Lorsque l'équilibre de pression fut établi, on commença à visiter la conduite d'air. On chercha longtemps la partie engorgée; on démonta tous les coudes et une grande partie de la colonne sans résultat. Ce ne fut que dans la seconde des boîtes à bourrage, placées pour l'allongement progressif du tube, que l'on découvrit un quart de brique et un tampon de bois bouchant presque complétement l'ouverture du tuyau inférieur. Ces objets seront probablement tombés dans la boîte sans qu'on s'en aperçoive pendant la pose des tuyaux; ils n'auront pas gêné pendant un certain temps; mais tout à coup, par suite d'un choc ou d'un mouvement dans la colonne, le tampon s'étant déplacé aura été lancé par l'air injecté dans l'ouverture du tuyau inférieur. Cet accident n'eut pas de suite fâcheuse.

On descendit dans le terrain houiller avec le cuvelage en fer sur une hauteur de 1^{m},32 au midi et de 1^{m},76 au nord, c'est-à-dire à 11^{m},82 au-dessous de la galerie. Ensuite, laissant le tube en place, on continua le creusement pour chercher un terrain convenable à l'établissement d'une trousse picotée. On le trouva à 13^{m},50 au-dessous du niveau des eaux, à une profondeur moyenne de 3^{m},22 dans le terrain houiller. La trousse ayant été placée, on éleva par-dessus, comme on l'a vu dans l'autre travail, une passe de cuvelage en bois pour aller rejoindre le cuvelage en fonte. Mais auparavant, pour faciliter la pose de la clef et en même temps rendre étanche la jointure de la roche avec la base du tube en fonte, on avait boulonné au-dessous du collet qui termine ce dernier une semelle en bois débordant à l'intérieur et à l'extérieur. Cette semelle était formée de 16 pans comme le cuvelage; ses pièces, assemblées à tenons et mortaises, avaient dans leur section 0^{m},40 de largeur et 0^{m},12 de hauteur. Avant de boulonner, on plaçait entre les deux

surfaces en contact une tresse de chanvre enduite de minium et à mesure que l'on posait une pièce, on bourrait de bas en haut derrière le tube en fonte, de l'argile mêlée de foin.

Lorsque la passe de cuvelage fut venue rejoindre la semelle qui l'affleurait intérieurement, on laissa tomber insensiblement la pression. Il ne vint presque pas d'eau. On calfata les joints, puis on recouvrit l'intérieur du tube d'une cuve en bois de 0^{m},20 d'épaisseur jusqu'à son sommet qui se trouvait à quelque centimètres au-dessus du sol de la galerie. On établit par-dessus une semelle en bois de 0^{m},50 de largeur s'appuyant sur les deux enveloppes de fonte et de bois et sur cette base on éleva jusqu'au jour une maçonnerie de deux briques et demie d'épaisseur.

Dépenses. — Je terminerai ce chapitre par quelques renseignements généraux sur les dépenses qu'a occasionnées le creusement du second puits.

Le sas et ses accessoires ont coûté 12,101 francs ; la conduite d'air en fonte et les tuyaux à bourrage 3,169 fr. 80 c.

Nous avons vu plus haut que le prix des 19 mètres du premier cuvelage était de 54,277 frs. tandis que les 12 mètres du second n'en coûtaient que 14,360. On retira 2 mètres du premier; mais ce n'était plus que du fer à mitraille.

La dépense totale de la seconde avaleresse a été de 94,688 fr. se répartissant comme suit : 29.453 fr. pour le creusement de la partie asséchée et 65,235 pour le travail sous le niveau de la galerie, le cuvelage en fonte, le cuvelage en bois et la maçonnerie construite jusqu'au jour.

Dans ce prix ne se trouve pas compris le sas ni la conduite d'air, qui ont servi aux deux avaleresses, ni la machine soufflante qui a été transformée en machine d'extraction et qui avec les molettes, les bobines, etc., a coûté 15,000 fr.

Effets physiques et physiologiques. — Je ne répéterai pas ici tous les effets que produit sur l'organisme humain le sé-

jour dans un milieu comprimé. Les ouvrages qui ont traité cette question les ont suffisamment décrits. Je ne m'arrêterai que sur quelques phénomènes particuliers et surtout sur l'hygiène des ouvriers qui est le point sur lequel doit principalement se porter l'attention et la sollicitude de l'ingénieur.

On ne peut se faire illusion : le travail dans l'air comprimé est pénible et n'est pas exempt de danger. Tous les soins doivent donc tendre à écarter les causes d'accident qui en découlent et à placer les ouvriers dans des conditions hygiéniques telles que les effets nuisibles de la compression de l'air aient le moins de prise possible sur eux. M. Englebert n'a rien négligé sous ce rapport, et il a eu la satisfaction de voir que ses efforts n'ont pas été perdus.

En général la santé des ouvriers a été satisfaisante ; mais plus encore dans le second travail que dans le premier, ce qu'il faut attribuer à la pression moindre, qui fut au *maximum* de 1 1/4 atmosphère effective, tandis qu'elle était de 1 3/4 dans le premier cas, à sa moindre durée et à cette circonstance que les ouvriers qui y furent employés avaient effectué le premier enfoncement et étaient rompus à ce genre de travail.

Dans le principe, quelques-uns souffrirent de maux d'oreille et de tête, de douleurs dans les articulations et dans les mollets ; mais au bout de trois jours, au plus, ils en étaient complétement débarrassés. Le principal remède aux douleurs des articulations était les frictions avec du vinaigre. Pour le mal d'oreille on introduisait dans cet organe un tampon de ouate humectée d'huile d'amande douce avec quelques gouttes de laudanum. Le mal persistait quelquefois après la sortie de l'appareil, mais durait rarement plus d'un jour.

Ce qui contribua beaucoup à diminuer l'influence des conditions exceptionnelles dans lesquelles l'ouvrier devait travailler, c'est que ce ne fut que progressivement qu'il fut soumis au *maximum* de pression, 1 3/4 atmosphère effective.

Comme on a pu le voir dans la description du travail, le nombre de bras nécessaires était aussi grand au début qu'à la fin de l'opération ; de sorte que l'on put composer d'emblée tout le personnel et qu'on n'arriva à la dernière période qu'avec des hommes insensiblement habitués à l'air comprimé. Pour agir dans le même sens, on eut soin que le passage d'une pression à l'autre ne fût pas trop brusque ni trop souvent répété. Ainsi, à chaque poste, tous les ouvriers, sauf un seul, n'étaient comprimés qu'une fois et la durée du passage dans le sas était de 10 à 25 minutes suivant l'intensité de la pression et le degré d'habitude de l'ouvrier.

Comme on connaissait les effets pernicieux des excès, on leur avait recommandé expressément d'être sobres ; et on y veillait autant que possible. Ils en comprenaient probablement l'importance, car ils étaient très-rangés, d'après ce qu'on a pu savoir. Deux d'entre eux cependant se laissèrent un jour entraîner et payèrent bien cher leur imprudence. Le premier, qui avait travaillé à l'enfoncement du puits de Strépy-Bracquegnies, tomba extrêmement malade un lundi en arrivant dans le fond de la fosse. Il eut une violente indigestion accompagnée d'une prostration telle qu'on crut qu'il allait succomber. Cependant le lendemain il était guéri et venait redemander de reprendre son travail dans l'air comprimé, ce qu'on lui refusa. Le second, dès qu'il arriva au fond de l'appareil, fut saisi tout à coup de violentes crampes à l'estomac accompagnées de vomissements et d'autres évacuations. Il fut aussi tellement affaibli en un instant qu'on dut le lier à la corde du treuil et le hisser ainsi jusqu'au jour. Là on le coucha sur un lit et on lui frictionna tout le corps avec du vinaigre. Il souffrit beaucoup pendant plusieurs heures et put être enfin reconduit chez lui. Trois jours après il était complétement rétabli et depuis lors il ne s'est plus ressenti de rien; mais on ne lui a plus permis de travailler dans l'air comprimé. Cet ouvrier n'avait pas commencé le travail avec les autres : lorsque le cuvelage en fer

refusa de descendre et qu'on fut obligé de continuer l'enfoncement avec un cuvelage en bois, on dut ajouter plusieurs charpentiers. Le malade était un de ceux-ci. Ce n'était cependant pas la première fois qu'il descendait. Quant à ses compagnons, ils n'ont pas plus souffert que les autres.

Le seul malheur que l'on ait eu à déplorer, encore ne peut-il être attribué à l'influence de l'air comprimé, c'est la mort d'un porion. C'était un homme d'un tempéramment très-sanguin. Il travaillait depuis le début de l'opération. Un jour du mois de mai, alors que l'enfoncement était déjà très-avancé, se trouvant dans l'appareil, il se sentit pris d'un frisson subit accompagné de maux de tête. Il remonta et retourna chez lui. Trois semaines après, il mourrait d'une inflammation intestinale. Le médecin n'a reconnu dans sa maladie aucun symptôme qui lui permit d'attribuer sa mort à l'action de l'air comprimé.

Un autre ouvrier a été sourd pendant 15 jours. On sait que, d'un autre côté, la compression de l'air donne une grande sensibilité à l'ouïe. Ces deux faits en apparence opposés s'expliquent facilement. D'une part la cessation de l'équilibre entre les deux côtés de la membrane auditive peut affecter vivement l'organe au point de le rendre insensible pendant quelque temps. D'autre part l'amplitude des ondes sonores dont dépend l'intensité des sons, augmente avec la densité du milieu qui les transmet et peut exercer une action plus vive sur un organe sain.

Parmi les autres ouvriers, il en est qui n'ont jamais rien ressenti, pas même d'incommodité.

Dans le second travail on n'eut presqu'aucune indisposition à constater. Deux ouvriers seulement se plaignirent de maux d'oreilles. Un autre, qui, comme on l'a su plus tard, avait commis quelques excès le dimanche, étant descendu la nuit suivante, s'endormit dans le sas. On le trouva peu de temps après et on voulut l'éveiller; mais son assoupissement était tel que ce ne fut qu'après beaucoup d'efforts infruc-

tueux qu'on y réussit. Il parvint cependant à remonter au jour par les échelles. On ne l'a plus laissé reprendre son travail.

Aucune précaution ne fut négligée pour conserver la santé des travailleurs dans un parfait état et les mettre dans les conditions les plus propres à résister aux effets nuisibles de la compression de l'air. Ainsi on les nourrissait à la fosse même et on les soumettait à un régime des plus fortifiants. Quand les ouvriers d'une brigade arrivaient à leur travail, on leur faisait faire un premier repas composé de bouillon, de légumes, de pain et de bière forte. Une demi-heure après, ils descendaient et, arrivés au sas, ils entraient immédiatement. Néanmoins ce n'était jamais qu'une heure environ après leur premier repas qu'ils se mettaient à l'ouvrage. Quatre heures plus tard, ils remontaient, se déshabillaient et faisaient leur second repas, qui consistait en bouillon, viande bouillie, légumes, pommes de terre, pain et bière. Ils retournaient ensuite chez eux et allaient se reposer pendant environ 10 heures (1), après quoi ils recommençaient un nouveau poste.

Malgré cette nourriture fortifiante, on s'aperçut vers la fin du travail que leur appétit diminuait. Ils étaient pâlis et légèrement maigris, quoique se portant parfaitement bien. On leur donna alors de la viande rôtie à un jour d'intervalle.

Leur tâche était néanmoins très-modérée, ainsi que le prouve le grand nombre des ouvriers dont se composait chaque brigade. Mais elle était rendue assez pénible par la chaleur excessive qui régnait dans l'appareil. En quelques minutes ils étaient couverts de sueur. Cette grande chaleur est, je crois, la principale cause de l'incommodité qu'on ressent dans l'air comprimé, tant que, bien entendu, on ne dépasse pas une certaine limite de pression. C'est à cette cause

(1) Il y avait 12 heures d'intervalle entre les deux postes consécutifs d'une même brigade.

qu'il faut attribuer la pâleur et l'amaigrissement des ouvriers et il n'y a là rien qui doive surprendre, quand on considère que dans le sas et dans la partie supérieure du cuvelage le thermomètre marquait généralement environ 30 degrés centigrades et monta souvent jusqu'à 38. Dans le fond du puits la chaleur n'était guère moindre. Cette grande élévation de température tient à plusieurs causes : 1° par la compression une partie du calorique latent de l'air devient sensible (¹) ; 2° la combustion des lampes, la présence des ouvriers dans un espace restreint sont d'autres sources de chaleur. Le renouvellement de l'air se faisait difficilement (²) et l'on devait parfois ouvrir les deux robinets du sas, après avoir eu soin de donner au mécanicien le signal d'accélérer le mouvement de la machine.

L'effet inverse de la compression se produisait quand les ouvriers sortaient de l'appareil. L'air pour se dilater absorbait une grande quantité de chaleur, qui devenait latente, et comme il avait été saturé de vapeur à une température assez élevée, il se produisait un brouillard parfois très-intense. Le froid qui en résultait pouvant affecter les ouvriers, on leur avait donné à chacun une camisole de laine qu'ils endossaient quand ils se préparaient à remonter.

Prix de la main-d'œuvre. — Le prix de la main-d'œuvre était fixé à raison de 1 franc par heure, soit 4 fr. par poste ; de sorte qu'ils recevaient généralement 6 fr. par jour en sus de leur nourriture (³).

Dans l'origine on eut quelque peine à recruter des ouvriers. Ils s'exagéraient le danger et avaient encore présents à la

(¹) L'air aspiré par la machine avait déjà plus de 20° pendant certaines heures du jour dans la dernière période du travail (juin et juillet).

(²) Surtout vers la fin, lorsqu'on eut remédié aux fuites.

(³) Dans les circonstances ordinaires, les ouvriers avaleurs gagnent généralement 3 fr. par poste de 6 heures et font 3 postes en 48 heures ; ce qui fait une journée de 4 fr. 50 c. Cette valeur n'est qu'approximative parce que ces ouvriers travaillent à la tâche.

mémoire les accidents qui signalèrent le creusement du puits Saint-Alexandre, dans le charbonnage voisin de Strépy-Bracquegnies. Mais bientôt rassurés et attirés par l'appas des avantages qu'on leur offrait, ils arrivèrent en plus grand nombre et l'on n'eut qu'à choisir.

Éclairage. — L'éclairage se faisait au moyen de lampes Mueseler dont on avait supprimé la cheminée en tôle. L'emploi de lampes fermées écartait un grand danger, celui des incendies qui sont si actifs dans l'air comprimé. Il procurait de plus une grande économie d'huile, tout en éclairant suffisamment. On ne fut nullement incommodé par la fumée, quoi qu'on en pût croire d'après des observations faites dans d'autres travaux du même genre. La seule précaution que l'on prit, ce fut de n'employer que de l'huile épurée, que l'on brûla par le moyen de mèches de coton ordinaires.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Il me reste maintenant à ajouter quelques observations générales sur le système suivi dans le travail que je viens de décrire, à en faire ressortir les avantages et les inconvénients et à examiner s'il était approprié aux difficultés qu'on avait à vaincre.

D'abord résumons en quelques mots les conditions dans lesquelles on se trouvait dans le premier enfoncement, conditions qui se sont reproduites, à peu de chose près, dans le second. Une galerie d'écoulement asséchait le terrain à 53^{m},40 de la surface ; un puits boisé avait été creusé jusqu'à cette profondeur ; en-dessous il restait, pour arriver au terrain houiller, une couche de sable mouvant de 15^{m} de puissance.

Pour traverser cette couche on y enfonça un tube en tôle en extrayant les sables de son intérieur; mais bientôt la présence du conglomérat de sable et de cailloux empêcha la

poursuite du creusement à niveau plein et comme on ne pouvait, pour atteindre cette roche, épuiser les eaux, on se vit obligé de les refouler en insufflant de l'air dans la fosse.

La nécessité de continuer l'enfoncement du revêtement en fer pendant l'action de l'air comprimé entraînait une disposition inusitée jusqu'alors ; car on se trouvait dans l'alternative suivante :

1° Établir le sas à poste fixe, monter successivement le cuvelage en fer sous la chambre d'air, en faisant passer les diverses pièces par les trappes, et le faire pénétrer dans le terrain en s'appuyant sur le sas;

2° Monter le cuvelage en tout ou en partie, y fixer le sas et prendre appui, pour enfoncer tout l'appareil, sur le boisage de la partie creusée du puits.

Dans le premier procédé, on avait à maintenir imperméable à l'air le vide compris entre la paroi tubulaire fixe, formant le prolongement du sas vers le bas, et la partie supérieure du cuvelage mobile. Cet inconvénient peut être surmonté pour de faibles pressions; c'est ainsi que dans un creusement semblable effectué récemment par la société Cockerill, à Seraing, près de Liége, on y est parvenu avec succès (1); mais pour des profondeurs un peu fortes, je ne doute pas qu'il ne soit une source continuelle d'accidents. En effet, on a d'un côté la pression de l'air qui augmente avec la profondeur et qui à la partie supérieure du tube, que l'on suppose dépasser le niveau, n'est contre-balancée par aucune autre pression. Une fuite un peu forte en ce point peut faire baisser notablement la tension dans l'intérieur et amener un soulèvement des sables. D'un autre côté la nécessité de s'appuyer sur le sas pour opérer l'enfoncement du tube augmente le danger, surtout lorsque cet enfoncement demande de grands efforts; car les deux

(1) Voir la note faite sur ce travail par M E. Bougnet. *Annales des travaux publics*, t XVI, p 307.

parties de l'appareil, le sas et le cuvelage, quoique non solidaires, doivent rester l'une par rapport à l'autre dans des relations de position qui sont incompatibles avec l'irrégularité des efforts ou des résistances qui sont en présence. Que l'on presse un peu trop dans un sens, ou que le point d'appui du sas cède quelque peu en un point, la jonction des deux parties est compromise. De plus, dès que le sas est établi à poste fixe, il est indispensable que sa position soit inébranlable, et l'action des efforts produits pour l'enfoncement tend à détruire cette fixité. Il est bien moins important qu'une base formée par des traverses encastrées dans la paroi, par le poids d'une maçonnerie ou par tout autre moyen, vienne à fléchir; on y a bientôt porté remède et la liaison de la chambre d'air avec le revêtement inférieur n'en souffre pas. Enfin, de la manière d'assembler le cuvelage, découle la nécessité de faire passer les divers tronçons par les portes du sas et exclut la possibilité de faire les assises d'une seule pièce, disposition qui, comme on a pu le voir dans le second travail, présente tant d'avantage sous le rapport de l'imperméabilité des joints, de la solidité et de l'économie.

Indépendamment de ces considérations qui s'appliquent au cas général, il eût été extrêmement difficile, sinon impossible, dans le cas qui nous occupe, d'établir le sas à poste fixe à cause de la mauvaise qualité du terrain, formé, comme on l'a vu, de sables asséchés dont le creusement avait demandé les plus grandes précautions.

Quant au second procédé, celui qui consiste à rendre solidaires les deux parties de l'appareil, il est susceptible de dispositions diverses suivant le point du cuvelage auquel on fixe le sas. L'établissement de celui-ci près de la partie inférieure présenterait l'avantage de soustraire une grande partie du tube à la pression du fluide comprimé et de diminuer en même temps les pertes d'air par les fissures; mais il réduirait notablement la capacité de l'appareil et rendrait bien plus sensible les variations de pressions déterminées par

les fuites et par les manœuvres de la chambre d'air. Il exposerait enfin au danger de voir cette dernière envahie par les eaux.

On a dû reconnaître par ce qui précède combien la question des fuites d'air et de la résistance du cuvelage est atténuée par l'emploi de la fonte en assises d'une seule pièce. On ne pouvait du reste hésiter à assujettir le sas à la partie supérieure du cylindre en présence de l'avantage, non-seulement de fournir un volume suffisant et de mettre la chambre d'air à l'abri de l'inondation, mais encôre de rapprocher et même de confondre le point d'application de la puissance et celui d'une partie notable de la résistance : je veux parler de la pression exercée de bas en haut par l'air comprimé sur les parois du sas, pression qui s'ajoute à la résistance opposée par le terrain à l'introduction du cylindre.

C'est ce surcroît de résistance qui constitue le seul inconvénient sérieux du système dans lequel le sas fait corps avec le cuvelage descendant. Pour des puits assez grands et des niveaux d'une certaine hauteur, il peut atteindre un chiffre considérable. Nous avons vu plus haut que dans le cas actuel, à la profondeur de 12^m sa valeur était de $200,000^k$ environ. Cet effort absorbait une partie notable de la force développée par l'action des vis et l'on a vu que, par suite du mauvais état du revêtement en bois sur lequel on s'appuyait dans le creusement du premier puits, il n'a pas peu contribué à rendre impossible l'enfoncement ultérieur du tube.

Tâchons d'apprécier la fraction de l'effort total que ce surplus de résistance absorbait :

On ne peut *à priori* déterminer la loi de la résistance du terrain, parce qu'on n'a sur ses éléments aucune espèce de donnée et que du reste sa nature variable et complexe se refuse à toute analyse. Tout ce que l'on peut faire, c'est, dans un cas donné, de calculer l'effort développé pour produire l'enfoncement; encore dans ce calcul n'arrive-t-on qu'à une valeur approximative. On peut même sur ce sujet

commettre de grandes erreurs, comme on le verra plus loin.

Dans le cas présent, on s'est servi de vis. L'assimilation de la théorie de la vis à celle du plan incliné donne pour la relation entre l'effort exercé P et l'effort transmis Q, la formule

$$P = \frac{r}{R}\left(\frac{h + 2\pi r f}{2\pi r - f h}\right) Q$$

La puissance P un peu avant l'instant où l'appareil refusa de descendre était le résultat de l'action de 24 hommes, répartis deux à deux aux douze vis. L'effort qu'un homme exerce dans un moment peut être évalué sans exagération à 60^k; celui des 24 hommes sera donc de $1440^k = P$.

Ils agissaient à l'aide de clefs de $1^m,20$ de longueur. Les dimensions de l'écrou, qui a $0^m,10$ de côté, et l'annulation partielle de l'extrémité que les ouvriers saisissent avec les mains, réduisent ce bras de levier à 1^m environ$=$R.

Le coefficient de frottement f est admis de 1/10 pour les vis en bon état et bien graissées.

Enfin le rayon moyen r était de $0^m,0325$,

le pas h de $0^m,011$ et $\pi = 3,14$

substituant ces diverses valeurs dans la formule, on trouve pour la résistance Q à peu près $286,000^k$ (1).

L'air comprimé, par sa tendence à soulever le sas, absorbait donc en ce moment à peu près les 7/10 de la force produite, et il ne restait pour vaincre la résistance du terrain que les 3/10 ou $86,000^k$, auquel il faut ajouter le poids de l'appareil $90,000^k$, soit $176,000^k$.

Dans ce calcul, je n'ai supposé que deux hommes à chaque vis. Ce fut en effet ce qui eut lieu depuis la profondeur de $10^m,97$ jusqu'à celle de $11^m,70$. Alors seulement on mit trois hommes et par ce moyen on avança encore de $0^m,08$, ce qui

(1) Nonobstant les autres approximations, nous fesons encore ici abstraction du frottement de l'écrou contre le point d'appui et de celui de la tranche de la vis, qui amenerait une nouvelle réduction dans l'effort transmis.

porta l'enfoncement à 11^m,78, point auquel on dut s'arrêter. L'adjonction d'un troisième homme n'ajouta guère à l'effort total, parce qu'ils se gênaient les uns les autres et réduisaient d'une certaine quantité la force dont ils étaient capables individuellement. On ne peut donc porter au delà de 200,000^k la partie de l'effort total employée à vaincre le frottement des sables. Toutefois, lorsque toute tentative devint inutile, la résistance dut dépasser ce chiffre.

Au premier aspect, on serait tenté de croire que, toutes circonstances égales, la résistance qu'oppose un tube à sa pénétration dans le terrain est en raison directe de la profondeur, c'est-à-dire en raison directe de la surface frottante ; car rien ne paraît, de prime-abord, devoir modifier l'intensité du frottement de l'unité de superficie, qu'on le considère près du sol ou à une certaine profondeur (1).

Cependant dans la pratique l'identité des conditions sur une certaine profondeur est impossible, pour plusieurs raisons : une homogénéité parfaite de la nature du terrain ne se rencontre pas. Généralement il y a des parties présentant plus de cohésion que d'autres, d'un grain plus grossier, renfermant des galets, des zônes argileuses, ou bien enfin des blocs de sable agglutiné. De plus, soit que l'on ait préparé d'avance l'excavation dans laquelle on enfonce le tube, soit que celui-ci se soit lui-même frayé un passage, il peut se faire qu'à un moment donné un petit ébranlement se produise dans le terrain et en fasse surgir des aspérités qui ajoutent accidentellement à la résistance. A mesure que l'enfoncement augmente, de petites parties de la paroi de la roche se détachent, sont entraînées par le tube et, se tassant plus bas,

(1) Il n'y a de changé dans les conditions apparentes que la pression de l'eau qui ne peut avoir d'effet direct ou du moins un effet inappréciable, vu qu'elle agit indépendamment de la roche, quand même celle-ci serait formée par des sables, pourvu qu'on les laisse en repos. Cela provient de ce que les sables, quand ils sont tassés et tenus en équilibre forment une masse spongieuse très-solide, qui peut même se soutenir sur une certaine hauteur sans s'ébouler, comme on l'a vu dans la description du travail, et permet à l'air et à l'eau de circuler dans ses pores.

vont y produire un surcroît de frottement. Enfin le terrain soumis à des affouillements inévitables ne peut plus après un certain temps se soutenir convenablement, de sorte qu'à mesure que la profondeur augmente ou plutôt que l'opération se prolonge, on est de plus en plus exposé à ce que le terrain se resserre autour des parois du tube. On peut donc dire que dans la pratique, l'élément de résistance qu'oppose un tube à l'enfoncement dans une couche de sable mouvant est non-seulement variable avec la profondeur, mais tend à croître avec celle-ci.

La loi de cet accroissement repose sur des circonstances trop vagues pour qu'on puisse les soumettre à l'analyse même dans un cas particulier. Toutefois la progression n'est pas si rapide qu'on pourrait le déduire de certains faits : ainsi on pourrait s'en faire une idée très-fausse, en prenant pour exemple l'enfoncement d'un pieu ou d'un tube déterminé par le choc d'un mouton. On sait que par ce moyen on arrive bientôt à un point où le mouton ne produit plus d'autre effet qu'un ébranlement dans le terrain et qu'il est des cas où par suite de l'élasticité de celui-ci le corps enfoncé tend à chaque coup à être repoussé. Si, se basant sur ce fait, on cherche à en déduire l'expression de l'intensité du frottement que l'on doit vaincre, on peut arriver à de grandes exagérations. D'abord la théorie du choc des corps est très-imparfaite et n'admet que des corps parfaitement élastiques ou complétement dépourvus d'élasticité, de sorte que l'on ne peut déjà évaluer exactement la quantité de mouvement transmise à la masse choquée par la masse choquante. S'il s'agit ensuite d'apprécier la vitesse que cette quantité de mouvement tend à produire, on est tenté de ne considérer comme masse choquée que le corps à enfoncer, ce qui est bien loin de la vérité, car il est facile de s'assurer qu'une grande étendue de terrain environnant participe à l'ébranlement produit par le choc. Cette masse influencée croît rapidement avec la profondeur; de sorte que si l'on veut déduire

de la comparaison entre l'action transmise et l'effet produit la résistance opposée à l'enfoncement, on arrive à une valeur exagérée et qui l'est d'autant plus que la profondeur augmente.

Il pourrait en être de même si on s'appuyait pour cette appréciation sur l'exemple des vis; parce que, outre plusieurs incertitudes, ces appareils, quoiqu'offrant un moyen plus exact d'évaluation, présentent des effets utiles extrêmement variables, suivant leurs dimensions, leur état d'entretien, etc.

Pour ce qui regarde ce dernier point, on ne peut se tromper de beaucoup quand on a des vis en bon état et convenablement graissées, telles qu'on puisse donner une valeur suffisamment approchée au coefficient de frottement f.

Quant aux dimensions, nous allons voir quelle influence elles peuvent avoir.

L'effet utile des vis dépend du pas, autrement dit de l'angle d'inclinaison que l'élément de l'hélice fait avec un plan perpendiculaire à l'axe. En effet, appelons x cet angle, ce qui donne

$$\operatorname{tg} x = \frac{h}{2\pi r}$$

La relation de l'effet transmis Q à l'effort exercé P se transforme dès lors en

$$P = \frac{r}{R}\left(\frac{\operatorname{tg} x + f}{1 - f\operatorname{tg} x}\right) Q$$

Si tout frottement disparaissait, l'effet transmis Q′ serait donné par l'expression

$$P = \frac{r}{R}\operatorname{tg} x\, Q'$$

La comparaison de ces deux valeurs donne la proportion

$$Q : Q' = \frac{\operatorname{tg} x(1 - f\operatorname{tg} x)}{\operatorname{tg} x + f} : 1$$

Cette fraction se transforme en

$$\frac{\frac{\sin x}{\cos x}-f\frac{\sin^2 x}{\cos^2 x}}{\frac{\sin x}{\cos x}+f}=\frac{2\sin x\cos x-2f\sin^2 x}{2\sin x\cos x+2f\cos^2 x}$$

$$=\frac{\sin 2x-f(1-\cos 2x)}{\sin 2x+f(1+\cos 2x)}=\frac{\sin 2x+f(1+\cos 2x)-2f}{\sin 2x+f(1+\cos 2x)}$$

$$=1-\frac{2f}{\sin 2x+f(1+\cos 2x)}$$

Plus la valeur de Q se rapprochera de celle de Q′, moins il y aura de force perdue. Le *maximum* de cette valeur de Q correspond à celui du numérateur $\sin 2x+f(1+\cos 2x)$, ce qui en différenciant donne la condition

$$\cos 2x-f\sin 2x=o$$

d'où

$$\operatorname{tg} 2x=\frac{1}{f}$$

Pour le cas qui nous occupe, comme nous avons admis $f=o{,}1$, le *maximum* correspondra à

$$\operatorname{tg} 2x=10$$

d'où l'on déduit

$$\operatorname{tg} x=0{,}905$$

valeur qui rend la fraction $\frac{\operatorname{tg}x(1-f\operatorname{tg}x)}{\operatorname{tg}x+f}$ égale à près de 0,82. Il n'y aurait donc dans ce cas de perdu par le frottement que 18 °/₀ environ. Mais dans les vis que nous avons prises pour exemple et généralement dans celles qui servent à des usage analogues et dont la construction diffère peu, $\operatorname{tg}x$, loin d'être égal à 0,905, n'a pour expression que la valeur :

$$\frac{h}{2\pi r}=\frac{0{,}011}{0{,}2042}=0{,}054$$

qui subsituée dans l'expression $\frac{\operatorname{tg}x(1-f\operatorname{tg}x)}{\operatorname{tg}x+f}$, ne donne qu'un peu moins de 35 °/₀ pour l'effet utile.

La faible inclinaison que l'on donne à l'hélice dans les vis dites *vis de pression*, n'est pas sans motif. Quand l'action de la résistance continue après la cessation de l'effort, il faut construire les vis de telle manière que la pression produite par la résistance ne puisse les faire détourner. C'est ce que l'on obtient par une inclinaison convenable de la surface hélicoïdale. La théorie du plan incliné nous apprend, en effet, que si l'inclinaison x est telle que $\text{tg}x$ soit plus grand que f, le corps glissera sur la surface ; que lorsque $\text{tg}x = f$, le corps est en équilibre et, qu'enfin si $\text{tg}x$ est plus petit que f, il faudra un certain effort pour le mettre en mouvement. La limite que donnerait ces deux actions combinées, l'action de l'effet utile et celle du desserrement de l'écrou, serait $\text{tg}x = f$. Dans la pratique on doit rester en dessous, à cause du concours de circonstances étrangères, telles que des chocs, des vibrations, qui tendent à produire le desserrement.

Dans les vis employées dans le travail dont il est question, on était beaucoup au-dessous de cette limite, puisque $\text{tg}x$ était égal à $\frac{0,011}{0,2042}$, c'est-à-dire à environ $0^m,054$, tandis que f est de $^1/_{10}$. La nécessité d'une différence aussi considérable se faisait d'autant moins sentir, que, dès que l'action de la puissance avait cessé, la résistance du terrain disparaissait et qu'il ne restait plus que l'effort de soulèvement exercé par l'air comprimé, effort contrecarré lui-même et souvent annulé par le frottement du terrain. Cette observation est à plus forte raison applicable au cas où l'on n'enfonce dans le terrain qu'un simple tube qui ne produit aucune réaction. Il serait donc beaucoup plus avantageux de donner un plus grand pas aux hélices, comme on le fait, par exemple, dans les vis des machines à percer, que l'on construit à double ou à triple filet pour obtenir une solidité convenable.

Dans les calculs qui précèdent, je n'ai pas parlé du frottement de la surface cylindrique de la vis contre celle de l'écrou, ni du frottement de celui-ci contre le support sur

lequel il s'appuie. Cependant ces résistances absorbent encore une partie notable de la force active. Je n'ai voulu que montrer combien l'emploi des vis pour produire certains effets est défectueux, quelle faible partie de l'effort développé elles transmettent, surtout lorsqu'elles sont d'une construction analogue à celles que nous avons prises pour modèle.

Un autre élément de la question qui peut laisser quelque incertitude sur sa valeur, c'est la force dont l'homme est capable en poussant ou en tirant à l'extrémité d'un levier; mais il serait facile d'écarter cette cause d'erreur en expérimentant sur les ouvriers mêmes qui travaillent aux vis et en voyant quel effet ils produisent sur un dynamomètre dans des conditions identiques.

On a vu qu'en prenant 60 kilog. pour l'effort moyen d'un homme dans de telles conditions, on pouvait évaluer, dans le cas qui nous occupe, à près de 200,000 kilog. la résistance opposée par le terrain à la descente du cuvelage, lorsque celui-ci était enfoncé à un peu moins de 12 mètres. Cette résistance est, comme on le voit, loin d'être aussi grande qu'on aurait pu s'y attendre d'après des inductions tirées d'exemples analogues. Les considérations qui précèdent nous ont montré l'origine des erreurs que l'on peut commettre dans ces inductions. Toutefois il est des causes spéciales au travail en question qui ont pu amener une diminution de résistance. Ainsi la place du tube était préparée d'avance. On creusait le terrain en dessous de lui avec un certain jeu dans les parties un peu dures et on garnissait les surfaces d'argile. Il est vrai qu'au bout de peu de temps, les petits mouvements produits dans les sables tendaient à remplir les vides et à resserrer le terrain contre la paroi extérieure du cylindre; mais leur effet ne pouvait être aussi énergique que si celui-ci eût été obligé de se frayer lui-même passage. De plus la partie inférieure du cuvelage, dite *couteau*, était toujours dégagée et avait le chemin libre devant elle.

La pénétration de cette partie dans les sables présente des

obstacles bien plus grands qu'on ne se l'imagine. Le sable boulant quand il est en repos et surtout quand il a eu le temps de se tasser offre une grande résistance. Beaucoup se le figurent comme une sorte de liquide; mais, loin d'en avoir la mobilité et de transmettre la pression dans tous les sens, il est très-compacte, très-résistant et dans certains cas peut supporter des compressions très-fortes sans se déplacer. Comme c'est ce dernier effet qu'il est nécessaire de produire pour enfoncer le couteau, on comprend dès lors la difficulté qu'on doit éprouver dans un sable non ameubli. Dans le cours du travail on put s'en convaincre; car on tenta plusieurs fois de faire pénétrer le tranchant sans provoquer d'affouillement, mais toujours en vain. C'est en partie par la réduction de cette résistance que l'ameublissement des sables dans le travail à niveau plein produit un effet si énergique. En diminuant la pression dans l'intérieur du tube, on provoque un mouvement et par suite une raréfaction dans les sables qui entourent la base, et c'est en faveur de ce vide que le tube et la masse qui l'environne sont sollicités à descendre.

L'emploi de l'air comprimé pendant l'enfoncement du cuvelage présenterait donc l'avantage d'annuler complétement la résistance qu'oppose le couteau à sa pénétration dans le sable. On n'y parvient qu'imparfaitement dans le travail à niveau plein à l'aide des dragues, des cuillers, des cloches à soupapes, etc. Il est impossible par ce moyen de dégager complétement le couteau par-dessous, de préparer la place dans laquelle il doit se loger. Tout ce que l'on peut faire, c'est de creuser dans le centre de l'excavation un peu au-dessous du niveau du tranchant, afin de favoriser l'écoulement des parties que celui-ci doit déplacer pour pénétrer dans le terrain. Mais le résultat inévitable de cette mesure c'est de déterminer une tendance à la raréfaction des sables derrière les parois, ce qui occasionne souvent leur déviation ou leur écrasement. Quand on n'a à sa disposition que des moyens bornés de compression, comme c'est souvent le cas, ou bien

quand le peu de solidité du tube ne permet pas de pousser l'effort au delà d'un certain point, l'augmentation de résistance provenant de l'introduction du couteau a encore pour conséquence d'obliger plus tôt à recourir au dangereux expédient de l'ameublissement.

Dans la première période de l'emploi de l'air comprimé, le frottement du terrain était tellement faible qu'il arriva, un moment, que la pression de l'air comprimé l'emporta sur cette résistance et sur le poids de l'appareil. On était alors à la profondeur de $6^m,84$ au-dessous de la galerie d'écoulement et le tube n'était engagé que sur une hauteur de $4^m,69$ dans les sables. Comme, sans défiance aucune, on était occupé à démonter les vis de pression, on s'aperçut tout à coup que l'appareil se soulevait. On se hâta de le caler; mais on ne put le faire assez vite pour qu'il ne remontât d'environ $0^m,08$.

A cette profondeur de $6^m,84$, la pression de l'air devait être de $0,684 \times 1,033 \times \left(\frac{4,58}{2}\right)^2 \times \pi$ soit environ 116.000^k. Le poids de l'appareil étant de $90,000^k$, il s'ensuit que la résistance que le terrain opposait au déplacement de la partie engagée de $4^m,69$, n'était que de $26,000^k$. (En prenant $4^m,69$ pour la partie engagée, je néglige la hauteur de $2^m,15$ qui était revêtue d'un boisage, quoique l'espace libre fût rempli de sable, de chaux et de débris de toute espèce.) Si la résistance du terrain n'avait augmenté que proportionnellement à la profondeur, elle aurait été loin d'atteindre le chiffre d'environ $200,000^k$ vers la fin de l'enfoncement. Cette progression dans le frottement tient à diverses causes dont j'ai donné plus haut un aperçu. Mais il s'en fallait de beaucoup qu'elle fût régulière. Elle présentait même dans le principe des fluctuations assez grandes. Dans les derniers moments de la pénétration elle s'éleva en peu de temps à une valeur considérable, qui, comme on l'a vu, obligea à abandonner l'enfoncement.

C'est dans de telles circonstances que l'influence perni-

cieuse de la contrepression de l'air est le plus sensible ; car, si au moment où l'on était impuissant à faire pénétrer davantage l'appareil, on avait pu supprimer l'effort contraire de 200,000^k qu'elle produisait, on a tout lieu de penser que même avec les moyens imparfaits que l'on avait à sa disposition, on eût pu poursuivre l'enfoncement jusqu'au terrain solide. Nous verrons plus loin s'il n'y aurait pas possibilité d'arriver à cette suppression.

D'un autre côté on se demande si, indépendamment de l'état de conservation des bois, on n'aurait pas pu se procurer une base plus solide qu'un boisage. On se trouvait, à la vérité, dans des circonstances très-désavantageuses; on devait prendre son point d'appui à une profondeur de 40 à 50^m dans un terrain sablonneux, asséché il est vrai, mais ne présentant quelque résistance que parfaitement encaissé. Toutefois on eût pu remplacer le boisage par une maçonnerie construite en descendant sur des rouets colletés établis de distance en distance, reliés les uns aux autres par des tirants et supportés par ces mêmes tirants à la croisade de l'orifice du puits. On eût ménagé, sur toute la partie dans laquelle les vis devaient prendre pied, des entailles destinées à loger les traverses et disposées de telle sorte que la pression se répartît sur la plus grande partie du périmètre. On aurait eu de cette manière une base d'une grande résistance. Seulement il fallait mettre le plus grand soin dans sa construction et éviter surtout les affouillements pendant le travail des sables aquifères. On a pu voir dans la description que j'en ai faite que le mouvement produit dans ceux-ci s'était propagé jusqu'à une certaine hauteur dans la partie asséchée. Les vides qui en seraient résultés dans le terrain derrière la maçonnerie auraient causé l'isolement de celle-ci et alors, exposée à des tiraillements provenant de l'action des vis et de la pression inégale des sables, elle eût été menacée d'une destruction complète.

Dans le second travail, le boisage construit avec soin et établi récemment résista parfaitement à l'action des vis.

Instruit par l'expérience acquise dans le premier creusement, on conduisit vigoureusement l'opération. Le tube fut enfoncé jusqu'au terrain houiller sans résistance exceptionnelle et sans qu'on eût besoin de provoquer de mouvement dans les sables. Les moyens de compression dont on usait suffirent largement et on ne dut porter qu'à 8 le nombre des vis. On put ainsi se dispenser de recourir à un cuvelage en bois posé pièce par pièce en descendant. Ce revêtement qui ne fut employé que comme ressource extrême et dont le secours fut très-utile sous ce rapport, présente le grand inconvénient d'être composé d'un grand nombre de parties ajustées qu'il est difficile de relier convenablement et que la pression tend à désunir. Les joints nombreux donnent naissance à de grandes pertes d'air qui peuvent encore augmenter inopinément par la dislocation résultant des différences de pression. Enfin la mise à nu du terrain sur l'espace nécessaire à la pose de chaque nouvelle assise peut présenter dans certains cas des inconvénients qui la rendent presque impraticable. Ce procédé serait tout au plus convenable dans des conditions spéciales, par exemple, pour traverser des terrains solides et résistants qui donnent de grandes quantités d'eau, comme on l'a fait dans la concession de Douchy (département du Nord) pour le passage de la craie.

Des considérations qui précèdent on peut tirer la conclusion que l'enfoncement d'un tube même d'un très-grand diamètre ($4^{m},58$) dans les sables boulants est loin de présenter autant de difficulté qu'on pourrait croire. L'expérience qu'on en a faite dans le travail que je viens de décrire, surtout dans la seconde application où l'on a pu procéder d'une manière régulière et sûre, est des plus concluantes. La première a eu, il est vrai, une espèce d'insuccès mais par suite de circonstances accidentelles, notamment du mauvais état du boisage sur lequel on s'appuyait. Cet insuccès est loin d'infirmer les conclusions que l'on peut tirer d'autre part et qui me paraissent si sûres que je n'hésite pas à regarder

l'introduction d'un tube d'une vingtaine de mètres, dans des conditions analogues, comme une entreprise d'une réalisation facile. La possibilité de composer le cuvelage d'assises en fonte d'une seule pièce permet de lui donner une résistance considérable et écarte les craintes que l'on pourrait concevoir sur l'écrasement de ses parois. Quant à l'effort capable de produire la descente, si on considère l'imperfection des moyens employés, les vis et la force de l'homme ([1]) et qu'on mette en présence de l'effet obtenu la puissance énorme des presses hydrauliques telles qu'en emploie actuellement M. Guibal pour le creusement d'un puits voisin par un procédé dont il est l'inventeur ([2]), toute appréhension doit disparaître. L'adjonction d'un tel auxiliaire reculerait de beaucoup les limites auxquelles on peut atteindre et présenterait une grande sécurité en ce sens que l'on ne se verrait plus réduit, faute de moyens suffisants, à ce dangereux expédient qui consiste à provoquer des éboulements dans les sables pour aider à la pénétration de l'appareil.

Avec l'énergie des presses et la solidité du cuvelage en fonte, ce qui, bien plutôt que la résistance du terrain, viendra limiter la profondeur, c'est la pression de l'air dont l'adjonction dans le système considéré a pour objet le creu-

([1]) Un procédé bien autrement imparfait que les vis, c'est celui qui repose sur l'action du choc. Il est cependant encore en usage dans un grand nombre de sondages, où l'effort à exercer est généralement faible et pour le creusement de certains puits de petite section, sur les bords de la Loire par exemple. Les limites restreintes de la force produite, la perte énorme de force vive résultant de l'élasticité des masses et de l'ébranlement du sol, perte qui augmente si rapidement avec la profondeur, qu'elle ne tarde pas à absorber la totalité de l'effort, les déformations qu'il détermine dans la partie supérieure du corps choqué sont les inconvénients attachés à ce procédé. Les cas où l'on pourrait l'employer avec avantage, ce seraient ceux dans lesquels cet ébranlement même du terrain pourrait avoir des résultats favorables, par exemple faire disparaître les aspérités, produire un refoulement momentané de certaines parties. Toutefois, même dans ce cas, il ne présenterait souvent les plus grands avantages que si on l'associait à la compression et si on limitait son action à l'effort strictement nécessaire au mouvement particulier qu'il doit opérer.

([2]) La description succincte de ce procédé à été publiée par M Ponson dans la *Revue universelle*.

sement des sables où des grès en avant de la base du cylindre. On ne peut en effet nier l'influence nuisible que cette compression exerce sur l'organisme humain et les conséquences graves qui en résultent lorsqu'on dépasse une certaine limite de tension. D'autre part, si, comme dans le travail de la Louvière, on fixe le sas au cuvelage, on rencontre un autre inconvénient, c'est d'ajouter à la résistance du terrain celle qu'oppose l'excès de pression de l'air intérieur. Pour une profondeur de 23^m l'effort résultant de cette action serait de près de 400,000^k. Or comme il n'est pas indifférent d'augmenter d'un tel poids l'effort à vaincre quelque puissant que soient les moyens employés, on se demande s'il n'y aurait pas possibilité d'annuler cette contre-pression. M. Tasquin, ingénieur des arts et manufactures de l'école de Liége, a imaginé une disposition très-ingénieuse qui me paraît résoudre le problème en principe et dans laquelle je ne vois rien qui puisse en rendre l'application impossible. Dans un mémoire très-intéressant publié récemment dans l'*Annuaire de la Société des arts, des sciences et des lettres du Hainaut* et qui a obtenu une distinction très-honorable de cette société (1), il propose de donner au sas la forme d'un cylindre fermé en haut et en bas par deux fonds dont le supérieur pourrait se mouvoir comme un piston. Voici comment l'appareil fonctionnerait : lorsqu'il s'agirait de procéder à l'enfoncement, on fermerait la trappe inférieure et on mettrait le sas en communication avec l'atmosphère. La cloison supérieure n'étant plus soutenue tendrait à descendre en vertu de son poids d'une quantité que l'on fixerait d'après la descente supposée de l'appareil. On arcbouterait cette cloison par le haut contre des supports fixes établis au-dessus du sas, on fermerait la trappe supérieure et en ouvrant l'autre, on rétablirait la communication de la chambre d'air avec le milieu.

(1) Ce mémoire a été écrit en réponse à la question suivante :
« Faire un choix raisonné entre les divers moyens indiqués par l'art du
» mineur pour atteindre par un puits cuvelé un terrain houiller recouvert
» d'une épaisseur considérable de morts-terrains aquifères. »

comprimé. Si alors on pressait sur le cuvelage, il ne resterait plus à vaincre que le frottement du terrain, vu que le cylindre pourrait se mouvoir indépendamment du fond supérieur contre lequel s'exerce la contre-pression, et que le fond inférieur, pressé également dans les deux sens, ne présenterait aucune résistance de ce chef. Par ce subterfuge, on reporterait sur un point d'appui fixe pris au-dessus du sas la pression exercée par l'air comprimé et la partie mobile de l'appareil en serait tout à fait déchargé. Ce procédé ingénieux qui, dans le mémoire susdit, n'est qu'ébauché, réduirait à néant le seul argument sérieux que l'on puisse invoquer contre la fixation du sas au cuvelage.

Quant aux autres dangers que peut présenter l'emploi de l'air comprimé, les perfectionnements que l'on a déjà introduits permettent de les écarter. Il est facile de donner au sas une solidité suffisante pour ne pas avoir à craindre d'explosion. Les conséquences d'un arrêt de la machine, du bris de certaines pièces de l'appareil pourront être singulièrement réduites par des précautions supplémentaires qu'il est facile d'imaginer. L'adjonction d'une machine soufflante de réserve sera parfois d'un grand secours. Enfin l'exemple du travail de la Louvière montre quel parti on peut tirer du plancher construit dans le fond du puits pour empêcher la remonte des sables. Seulement, pour des pressions plus fortes, il sera nécessaire de lui donner une plus grande solidité et une disposition différente, d'en faire par exemple une espèce de masque dont une partie serait fixée au cuvelage et dont l'autre serait mobile et pourrait se fermer en peu de temps.

L'emploi de l'air comprimé n'a pas dit son dernier mot. Il est susceptible d'une plus grande extension. Dans les limites des perfectionnements actuels, il peut déjà être d'un grand secours dans beaucoup de cas. Il vient de recevoir une nouvelle application, celle de la construction des piles d'un pont sur le Rhin près de Strasbourg.

MINES.

NOTE

SUR

LA THÉORIE DES LAMPES DE SURETÉ

PAR M. A. DE VAUX,

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES.

Le *Bulletin du Musée de l'Industrie* a donné, dans son cahier d'octobre 1858, la description et le dessin d'une lampe de sûreté proposée par M. Henoch, ingénieur en chef des mines, comme supérieure à toutes celles imaginées jusqu'à ce jour, y compris la lampe Mueseler, à laquelle il reproche, indépendamment d'un faible pouvoir éclairant, le « désavan- » tage que les gaz produits dans la lampe par le travail de la » combustion peuvent être ramenés très-aisément sur la » flamme, avec l'air qui afflue par le canal de tirage, et étein- » dre cette lampe. »

Sans rappeler ici qu'à consommation égale, la lampe Mueseler éclaire à peu près au double de la lampe de Davy, nous croyons important de combattre au début l'impression défavorable que pourrait laisser le jugement que nous venons de citer.

Cette discussion nous semble d'autant plus nécessaire que l'opinion de M. Henoch repose vraisemblablement sur une théorie différente de la nôtre touchant les causes détermi-

nantes de la sûreté dans les lampes des mines, et qu'une étude radicale des principes est dès lors indispensable pour nous mettre d'accord, ou tout au moins pour éclairer la question.

L'objet est d'ailleurs des plus sérieux, puisqu'il s'agit de la vie des mineurs.

Pour poser nettement les bases de la discussion, il nous suffira de déclarer que, pour nous, le principal mérite de la lampe Mueseler, au point de vue de la sûreté, réside dans la combinaison qui fait que, lorsque l'air de la mine contient assez de gaz pour faire craindre une explosion et par conséquent pour activer la combustion outre mesure, l'effet de cette activité extraordinaire est d'altérer la composition dangereuse de l'air entrant, en y mêlant, dans une proportion notable, une partie des gaz brûlés, ce qui rend toute déflagration impossible, et va parfois jusqu'à déterminer l'extinction complète de la lampe.

Or, cette altération si opportune de l'air entrant se produit par deux causes distinctes dans la lampe Mueseler proprement dite : premièrement, l'épanchement d'une fraction des produits de la combustion autour de la base de la cheminée intérieure dont la section est trop petite pour les cas d'une combustion exagérée. Secondement, le mélange qui s'opère, vers le bas, dans l'enveloppe métallique extérieure, entre les gaz brûlés et le courant d'air entrant, lorsque les premiers y affluent en trop grande abondance pour s'échapper au fur et à mesure par les mailles de la toile et par les ouvertures du chapeau.

Nous ajouterons que, tout en reconnaissant que chacune de ces deux causes d'altération peut suffire isolément, dans bien des cas, à la sûreté de l'appareil, nous préférons, pour plus de garantie, les mettre à profit simultanément, d'autant plus que l'expérience a parlé et a réduit à néant toutes les objections et notamment celle-ci :

« Que la lampe ainsi conditionnée, en vue de la sécurité,

» refuserait à chaque instant le service, et cesserait d'être » *pratique.* »

Il est donc naturel que nous n'acceptions pas la lampe de M. Henoch comme un perfectionnement, car, s'il obtient généralement, à égalité de consommation, une lumière un peu plus vive, ce n'est qu'en sacrifiant les deux éléments de sûreté que nous aimons dans la lampe Mueseler, dans laquelle il supprime, à la fois, la petite cheminée intérieure qui modère le tirage, et le cylindre en toile métallique où s'accomplit si bien, en raison des circonstances, ou une séparation suffisante, ou le mélange des gaz brûlés et du courant alimentaire de la flamme.

Il nous reste à établir que nous sommes dans le vrai en attribuant une aussi grande importance au rôle de l'acide carbonique, au point de vue de la sûreté, dans les appareils d'éclairage pour les mines à grisou.

A cet effet, nous citerons quelques passages des rapports adressés à notre gouvernement par deux commissions d'ingénieurs et d'exploitants, instituées en 1836 et en 1848, pour l'examen comparatif des lampes de sûreté.

La première de ces commissions dans un rapport du 25 avril 1840, s'exprimait ainsi :

« 20 août 1838. — La commission procède aux épreuves » ci-après : 1° une chandelle placée dans la caisse, etc., etc.

» 2° Une lampe de Davy ordinaire, telle qu'on les emploie » dans les mines des environs de Liége, a été placée dans la » caisse-galerie, où elle a parfaitement résisté à toutes les » épreuves qu'on lui a fait subir.

» Cette lampe, disposée d'abord verticalement, puis in- » clinée sous différents angles, a présenté tous les caractères » de la présence du gaz plus ou moins abondant ; allonge- » ment de la flamme ; extinction apparente de la mèche et » combustion tranquille du gaz, à l'intérieur du cylindre » métallique ; flamme bleuâtre remplissant ce cylindre ; pe- » tites explosions intérieures ; extinction complète, quand la

» proportion du gaz augmentait; quand, au contraire, l'air
» affluait en quantité suffisante pour entretenir la combustion
» prolongée du gaz, dans toute l'étendue du cylindre, celui-
» ci rougissait peu à peu; quand l'air dominait, la mèche
» reparaissait allumée et donnait une flamme vive et allon-
» gée; mais, dans aucun cas, dans aucune position, le feu
» n'est sorti de la lampe.

» 3° Des défauts furent ensuite pratiqués, à dessein, dans
» la toile métallique.

» A 6 et 8 centimètres au-dessus de la mèche, on réunit
» d'abord deux mailles, puis quatre; on transforma ces
» défauts en trous ronds de 3 jusqu'à 5 millimètres d'ouver-
» ture; un trou semblable fut aussi pratiqué dans la calotte
» de cuivre dont la toile est surmontée; tout cela n'a pas suffi
» pour que la combustion passât de l'intérieur à l'extérieur
» de la lampe.

» Tout ce que l'on put remarquer, c'est que la présence
» de ces défauts amenait une perturbation dans les allures
» ordinaires de la lampe.

» La flamme, en général, était moins fixe et semblait
» tournoyer dans le cylindre métallique; elle était moins
» éclairante; enfin, lorsque le gaz abondait, l'extinction
» n'était plus apparente, mais définitive et toujours plus
» prompte que dans une bonne lampe.

» 31 *août* 1838. — Les mêmes expériences ont été répé-
» tées et ont conduit aux mêmes résultats; seulement on
» observa, à deux reprises, une pointe de flamme sortant par
» l'un des trous jusqu'à $^1/_2$ centimètre de distance du réseau
» métallique, et s'éteignant aussitôt, comme si elle était
» refoulée à l'intérieur par le courant d'air appelé sur la
» mèche par la combustion, mais plus probablement parce
» qu'elle se trouvait étouffée par une forte proportion d'acide
» carbonique résultant de cette combustion et lancée au
» dehors par le trou qui avait livré passage à ces jets de
» flamme.

» 2 *juillet* 1839. — La commission renouvelle les essais » précédents ; elle reconnaît que, tandis qu'un trou de 5 millimètres, placé vers le haut du cylindre métallique, n'en » altérait point les propriétés préservatrices, dans les circon» stances où l'on opérait, c'est-à-dire, lorsque la lampe est » en repos et que le courant d'air est horizontal ou montant, » il suffisait d'un défaut de moins de 2 millimètres d'ouver» ture, pratiqué à peu près à la hauteur de la mèche, pour » que l'explosion eût lieu.

» On constate également que l'explosion est singulièrement » favorisée, lorsque le courant de gaz ou de mélange déto» nant se dirige sur la mèche.

» Tous ces essais ont eu lieu avec du gaz éclairant obtenu » par la distillation de la houille, sur des lampes dont la toile » présentait 144 mailles par centimètre carré, savoir : épais» seur des fils $\frac{28}{100}$ de millimètre; largeur des trous, $\frac{56}{100}$ de » millimètre, ce qui fait $\frac{5}{9}$ plein et $\frac{4}{9}$ vide. »

La même commission, dans un second rapport daté du 31 août 1840, rend compte, dans les termes ci-après, de l'examen qu'elle a fait de la lampe Mueseler :

« Cette lampe, étudiée d'abord isolément par tous les mem» bres de la commission, a ensuite été soumise par celle-ci » aux essais les plus rigoureux, dans sa séance du 18 de ce » mois. Elle a soutenu les épreuves de la manière la plus sa» tisfaisante, et a été *unanimement considérée comme réu» nissant à un plus haut degré que toutes celles essayées jus» qu'ici, les conditions essentielles d'une bonne lampe de sûreté.* » La commission a vu un perfectionnement d'une grande » portée dans la disposition qui consiste à faire arriver, par » le haut, et non par le bas, l'air destiné à la combustion de » la mèche, et à combiner les choses de telle sorte que, » lorsque l'air contient une quantité de gaz inflammable ca» pable de faire craindre une explosion, et par conséquent » d'activer momentanément la combustion outre mesure, le » premier effet de cette activité extraordinaire soit d'altérer

» cette composition dangereuse de l'air entrant, en y mêlant,
» dans une proportion notable, une partie des gaz brûlés;
» ce qui, non-seulement rend impossible toute déflagration,
» mais contribue encore à la prompte extinction des parties
» en ignition.

» On conçoit, en effet, qu'une telle lampe doit avoir sur
» les autres, dans lesquelles l'air entrant n'est ni gêné ni
» altéré par l'air sortant, l'avantage de refuser l'éclairage,
» lorsque l'air qui circule dans les travaux est de nature
» explosive.

» La simplicité de cette lampe, sa forme et ses dimensions,
» qui s'écartent peu de celles de la lampe de Davy, la pro-
» priété d'éclairer à peu près au double de celle-ci, ne lais-
» sent aucun doute sur la faveur avec laquelle elle sera
» accueillie dans nos mines.

» Il ne sera pas sans intérêt de dire que les phénomènes
» observés dans les diverses épreuves auxquelles cette lampe
» a été soumise, ont achevé de convaincre la commission
» que, lorsque l'explosion a lieu avec l'un des appareils
» d'éclairage, quel qu'il soit, connus jusqu'à ce jour, c'est
» en retour, contre le courant d'air arrivant, que l'inflamma-
» tion se propage depuis la mèche jusqu'à l'air ambiant, et
» jamais à l'aval de la flamme, où l'air, altéré dans sa com-
» position par le mélange des produits de la combustion,
» cesse d'être explosif. » [1].

» Déjà il avait été constaté qu'un trou, même assez large,
» pratiqué dans la partie supérieure de la toile métallique,
» dans la lampe de Davy, n'était point une cause d'explosion.

» L'ouverture libre par laquelle se termine supérieurement
» la cheminée de la lampe Dumesnil, n'a jamais provoqué

[1] Un fait analogue, que présentent assez généralement les coups de feu qui éclatent dans nos mines, c'est que la flamme se propage et les principaux dégats se produisent en remontant le courant d'air et non vers l'aval du lieu de l'inflammation, bien qu'il se trouve évidemment plus de gaz inflammable entraîné dans cette direction.

» d'explosion, lors même que cette cheminée a été réduite à » 0m,15 au lieu de 0m,23, tandis que le moindre défaut à la » partie inférieure, c'est-à-dire en amont du courant d'air » entrant, a amené une explosion.

» Mais le fait le plus concluant en faveur de l'explication » ci-dessus, est celui qu'a présenté la lampe Mueseler, « d'être » de sûreté dans un mélange d'hydrogène pur et d'air, lors » même qu'elle était privée de son cylindre métallique ; » ce » qui ne peut s'expliquer que par l'épanchement d'une frac- » tion des produits de la combustion autour de la partie » inférieure de la cheminée, épanchement qui aurait suffi » pour rendre inexplosif le mélange d'air et d'hydrogène » arrivant sur la mèche. »

Les mêmes principes ont été admis par la commission gouvernementale instituée en 1848, et qui a clôturé ses travaux par un rapport du 4 juillet 1851 sur lequel se fonde l'arrêté ministériel du 10 du même mois. Elle s'est livrée à une nouvelle série d'expériences très-remarquables qui ne laissent aucun doute sur l'importance du rôle du gaz acide carbonique dans l'action préservatrice des lampes de sûreté.

Ces expériences ont démontré en effet que les meilleurs lampes de mines pouvaient être en défaut, lorsqu'on écartait l'acide carbonique, c'est-à-dire lorsque la combustion se réduisant à un point lumineux, cet aide ne se mêlait plus que dans une proportion insignifiante à l'air et aux gaz inflammables de l'intérieur. Dans cet état, si l'on parvenait à remplir la lampe d'un mélange d'air et de gaz non brûlé, le moindre mouvement qui amènerait celui-ci au contact du point en ignition déterminerait une explosion que des toiles très-serrées pourraient seules retenir à l'intérieur (¹); de même

(¹) Une conséquence à tirer aussi de ces expériences c'est qu'il y aurait généralement plus de danger à diminuer qu'à augmenter la flamme des lampes, et que, sans s'en douter, le mineur n'ajoute pas peu aux chances d'explosion lorsque pour chercher à reconnaître la présence du grisou dans les travaux, il réduit successivement sa flamme à des dimensions microscopiques.

lorsque l'on dirigeait de l'extérieur un jet effilé de gaz éclairant de manière à pénétrer, sans mélange, jusqu'à cette flammèche, le feu parcourait rapidement ce jet en remontant vers sa source et ne s'arrêtait à la toile que quand le tissu en était très-fin.

Lorsqu'au lieu d'hydrogène carboné c'était de l'hydrogène pur qu'on introduisait dans les lampes, l'explosion était toujours plus certaine et plus prompte; il n'était même plus nécessaire pour l'obtenir de réduire la flamme de la mèche à d'aussi petites dimensions, ce qui s'explique naturellement pour nous par la considération que la combustion du gaz hydrogène n'engendrant point d'acide carbonique, celui de la mèche ne suffisait plus à détruire incessamment la propriété explosive du courant alimentaire.

Enfin le fait bien connu de la facilité avec laquelle le feu se communique à toutes les parties d'un mélange d'oxigène et d'hydrogène, sans être arrêté, ni par la rapidité du courant, ni par l'interposition d'un grand nombre de toiles métalliques très-serrées, ce fait, disons-nous, vient encore à l'appui de la théorie qui attribue à l'acide carbonique une aussi grande influence comme agent préservateur dans les lampes de sûreté.

Jusqu'à preuve du contraire, nous ne saurions donc trop insister sur la nécessité de respecter ce principe dans tous les cas où il s'agira de régler les conditions de l'admission de l'air dans les lampes.

Avril 1860.

MACHINES A VAPEUR.

NOTICE

SUR

L'INJECTEUR AUTOMOTEUR

DE M. GIFFARD,

PAR M. A. BELPAIRE,
INGÉNIEUR EN CHEF DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

ET

M. CH. ANDRIES,
INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES.

L'appareil Giffard est destiné principalement à l'alimentation des chaudières à vapeur et fonctionne sous l'action d'un jet de vapeur emprunté à la chaudière qu'il s'agit d'alimenter. Ce jet est dirigé suivant l'axe d'un ajutage de forme convergente, dont l'orifice inférieur communique librement avec l'atmosphère, tandis que l'orifice supérieur communique avec un espace fermé, auquel aboutit un tuyau plongeant dans un réservoir alimentaire; par un effet de communication latérale du mouvement, le jet entraîne d'abord l'air, puis l'eau d'alimentation; en même temps la vapeur se condense; enfin, le jet d'eau chaude, sans s'épanouir, pénètre

dans un ajutage de forme divergente, ménagé à l'extrémité d'un court tuyau, qui aboutit à la chambre d'eau de la chaudière.

Description de l'appareil. — Les figures 1 et 2 de la planche II représentent une élévation et une section de l'appareil par un plan passant par son axe [1].

L est un tuyau par lequel arrive la vapeur de la chaudière, dont l'émission peut être modérée ou interrompue complétement au moyen du robinet R. La vapeur pénètre par plusieurs ouvertures dans l'intérieur d'un cylindre *c* qui se termine par une partie conique aboutissant à un petit orifice circulaire. Une tige cylindrique pleine *t*, occupant l'axe du cylindre, est terminée par une pointe conique que l'on peut enfoncer graduellement dans l'ajutage qui l'enveloppe, de façon à faire varier par degrés la grandeur de l'espace annulaire par lequel la vapeur jaillit. La tige pleine *t* est enfoncée ou retirée au moyen d'une vis, dont l'écrou fixe est taraudé dans la douille qui termine le cylindre à l'extrémité opposée à l'orifice et d'une petite manivelle extérieure *m*. La vapeur, à l'issue du cylindre *c*, jaillit dans l'intérieur d'un cône court, plus large que l'ajutage conique du cylindre *c* et qui enveloppe extérieurement cet ajutage vers son extrémité, laissant entre les deux un espace libre annulaire. Le second cône est précédé d'une capacité E, à laquelle est adapté un tuyau T plongeant par son extrémité sous le niveau de l'eau froide contenue dans une cuve qui peut être établie à 1 ou 2 mètres au-dessous de E. La vis V et la manivelle *n* permettent de faire varier l'enfoncement de l'ajutage conique qui termine le cylindre *c* dans le cône plus large *d*. La fig. 2 suffit pour montrer comment, en tournant la vis engagée dans un écrou, qui fait système avec l'enveloppe extérieure de l'appareil et le cône *d*,

[1] Cette planche et la description de l'appareil sont empruntées au *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale* de Paris.

on imprime au cylindre *s* et à toutes les pièces qui lui sont réunies un mouvement lent de progression suivant son axe. Lorsque la vapeur jaillit par l'orifice terminal de l'ujutage du cylindre, elle entraîne l'air contenu dans le cône plus large *d* et la capacité E où l'eau froide arrive bientôt par le tuyau T. Cette eau se mêle à la vapeur qu'elle condense, et un jet d'eau sort par l'orifice du cône *d*, avec une vitesse qui dépend de celle dont la vapeur était animée à sa sortie du cylindre *c* et de la quantité d'eau entraînée. Exactement en face de l'orifice par lequel l'eau jaillit, à une distance de 1 centimètre au plus, se trouve l'orifice d'un autre cône très-allongé I, dont l'axe est sur le prolongement de l'axe commun du cône *d* et du cylindre *c*, mais qui est évasé en sens inverse. La veine liquide sortant du cône *d* jaillit ainsi directement dans l'intérieur du cône I. Celui-ci est mis en communication avec l'intérieur de la chaudière par un tuyau L'; un clapet ou soupape S s'ouvrant vers la chaudière est interposé sur le trajet. Ce clapet est fermé par l'excès de la pression intérieure de la chaudière sur la pression atmosphérique, lorsque l'injecteur n'est pas en activité. Quand il fonctionne et qu'il est bien réglé, le jet s'engage entièrement dans le cône I, et tout le liquide rentre dans la chaudière en forçant le passage par le clapet S. La capacité E' qui existe autour des extrémités des deux cônes opposés l'un à l'autre, *d* et I, communique librement avec l'atmosphère par des ouvertures circulaires *o*, *o* qui permettent de voir passer l'eau du cône *d* dans le cône I. La veine est toujours trouble et opaque, soit parce que la vapeur n'est pas entièrement condensée, soit parce qu'un peu d'air est entraîné avec l'eau. Le tuyau T' sert à évacuer l'eau froide qui peut être aspirée en excès avant que l'appareil soit réglé, ou l'eau provenant de la vapeur condensée dans les premiers instants de la mise en train de l'appareil; il est ouvert dans l'atmosphère et ramène ces eaux perdues dans le réservoir d'eau froide.

L'alimentation au moyen de l'injecteur de M. Giffard a lieu

d'une manière intermittente. L'appareil est mis en train par l'ouverture du robinet R qui laisse arriver la vapeur de la chaudière. On fait varier la quantité de vapeur dépensée en enfonçant plus ou moins la tige pleine *t* au moyen de la manivelle *m*, et l'on règle la quantité d'eau alimentaire en enfonçant plus ou moins l'ajutage conique dans le cône enveloppant *d* à l'aide de la manivelle *n*. —

L'effet réalisé dans l'appareil Giffard, s'explique en observant que le jet de vapeur, *jaillissant comme à l'air libre,* acquiert une vitesse très-grande, telle qu'après sa condensation par l'eau alimentaire, la vitesse du jet liquide surpasse encore notablement celle avec laquelle l'eau contenue dans la chambre d'eau tendrait à s'écouler de la chaudière. La disposition vraiment originale de l'appareil consiste dans la *discontinuité* du tuyau injecteur, laquelle, en permettant à la veine alimentaire de traverser l'air libre, lui fait acquérir, sous l'action motrice de la pression dans la chaudière, une force vive considérable et suffisante pour que le jet puisse pénétrer dans la chaudière.

L'aperçu suivant permet d'apprécier les conditions les plus favorables au jeu de l'injecteur.

Soient V la vitesse de sortie du jet de vapeur, H la hauteur génératrice de cette vitesse, exprimée par une colonne fluide ayant la densité de la vapeur dans la chaudière; l'on peut écrire au moins approximativement :

$$V=\sqrt{2gH} \quad [1]$$

[1] Si l'on tient compte de la détente de la vapeur passant de la chaudière à l'air libre, l'on trouve une vitesse qui excède celle donnée par la formule :

$$V=\sqrt{2gH};$$

d'autre part les résistances qu'éprouve la vapeur avant d'atteindre l'orifice de sortie et les pertes qu'elle subit par refroidissement, agissent pour diminuer la vitesse de sortie.

Pour des pressions, par centimètre carré, égales à : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 kilogrammes, la formule donne pour les vitesses, par seconde : 425^m, 500^m, 537^m, 560^m, 576^m, 588^m, 598^m, 606^m.

Soient m et M les masses de vapeur et d'eau alimentaire qui viennent se mélanger, et soit v la vitesse du jet liquide ; en remarquant que les actions moléculaires qui se développent pendant l'acte de la condensation n'altèrent point la quantité de mouvement totale des masses qui se réunissent, et négligeant la faible vitesse de l'eau à son arrivée, l'on peut poser :

$$v = \frac{m}{m+M} V = \frac{m}{m+M} \sqrt{2gH}.$$

D'autre part, nommant u la vitesse avec laquelle l'eau de la chaudière tend à jaillir au dehors et h la hauteur génératrice de cette vitesse, exprimée en colonne d'eau l'on a

$$u = \sqrt{2gh} \quad (^1)$$

Pour que l'injecteur puisse fonctionner, il faut que l'inégalité :

$$\frac{m}{m+M} \sqrt{2gH} > \sqrt{2gh}$$

soit satisfaite. Mais d et D étant respectivement les poids d'un mètre cube de vapeur et d'un mètre cube d'eau, à la température et à la tension dans la chaudière, l'on a

$$\frac{H}{h} = \frac{D}{d},$$

et l'inéquation précédente peut ainsi s'écrire de la manière suivante :

$$\frac{m}{m+M} > \frac{\sqrt{d}}{\sqrt{D}}$$

La marche de l'injecteur sera d'autant mieux assurée, toutes choses égales d'ailleurs, que le second membre de cette inégalité sera plus petit et que le premier sera plus

(1) Pour les mêmes pressions que ci-dessus la vitesse d'écoulement de l'eau est, par seconde : 14^m, $19^m,8$, $24^m,3$, 28^m, $31^m,3$, $34^m,3$, 37^m, $39^m,6$.

grand. Or D, poids d'un mètre cube d'eau à diverses températures et tensions, étant sensiblement constant, le second membre diminue à mesure que décroît la densité de la vapeur ou sa tension. Le premier membre augmente d'autre part à mesure que la masse M est moins considérable par rapport à *m* et par suite à mesure que la température de l'eau d'alimentation est moins élevée, puisque la condensation du jet de vapeur doit, en tout cas, être opérée.

De là résultent essentiellement les conditions dans lesquelles l'injecteur peut fonctionner, et sans chercher à déterminer celles-ci par une analyse rigoureuse, il nous suffit d'emprunter au prospectus du constructeur de l'appareil Giffard, les conditions que l'expérience a fait reconnaître, savoir :

La température de l'eau	doit	être inférieure à	60°	pour	2^{atm}.
»	»	»	50°	»	5 »
»	»	»	40°	»	8 ».

Si donc il s'agit de machines à haute pression, sans condensation et notamment des locomotives, où, sans frais de combustible, l'eau alimentaire est échauffée jusqu'à 80°, l'on s'écarte notablement des conditions précédentes. Le prospectus ajoute, il est vrai, que l'on est libre de surchauffer l'eau injectée en faisant passer dans la vapeur d'échappement ou dans les carneaux le tuyau qui conduit l'eau de l'injecteur à la chaudière, mais la recommandation expresse du prospectus et nécessaire, pensons-nous, d'éviter toute résistance inutile dans le tuyau de refoulement de l'eau injectée, exclut ce genre de dispositions.

Le rôle principal de l'injecteur nous semble être de servir à l'alimentation des chaudières non accompagnées de machines motrices; là, en général, la tension de la vapeur est faible et la température de l'eau d'alimentation est peu élevée, c'est-à-dire que les deux conditions essentiellement favorables au jeu de l'appareil, se trouvent réalisées.

S'il s'agissait du chauffage et de l'élévation simultanés de volumes d'eau plus ou moins considérables, l'injecteur automoteur pourrait encore servir, mais il ne saurait, comme appareil mécanique pour l'élévation de l'eau, se substituer aux moyens ordinaires. En effet, le travail utile, réalisé dans l'appareil et consistant dans le déplacement d'un poids total d'eau $(m+M)\,g$, en surmontant une contrepression exprimée par une colonne d'eau de hauteur h, est exprimé en kilogrammètres par le produit

$$(m+M)\,gh\,;$$

or après avoir mis la première inégalité posée ci-dessus sous la forme :

$$(m+M)\,gh < \frac{m}{m+M}\,mg\mathrm{H}\,,$$

l'on voit que ce travail utile est une fraction très-faible du travail $mg\mathrm{H}$, qui est celui que peut développer un poids de vapeur mg, agissant sans détente et sans condensation sous la pression répondant à la hauteur H; la fraction est toujours inférieure à

$$\frac{m}{m+M},$$

ou inférieure à $\frac{1}{11}, \frac{1}{21}, \frac{1}{31}, \frac{1}{41}, \frac{1}{51}$, etc., selon que le rapport $\frac{M}{m}$ est égal à 10, 20, 30, 40, 50, etc. Ce faible rendement s'explique par l'énorme perte de force vive qui résulte du changement brusque de vitesse que subit le jet de vapeur lors de sa condensation et en estimant même très-haut les pertes de travail dans les pompes ordinaires, elles ne sauraient atteindre une proportion aussi élevée.

En résumé, dans notre opinion, l'appareil Giffard, quelque ingénieuses que soient ses dispositions, ne peut remplacer

que dans des cas très-particuliers les moyens ordinaires d'alimentation.

L'injecteur que l'administration des chemins de fer va appliquer à l'une des chaudières de l'arsenal de Malines, permettra d'ailleurs de juger l'appareil comme organe pratique. Nous pensons qu'il conviendrait de l'appliquer à une chaudière fournissant la vapeur à des machines à marche non continue comme aux marteaux pilons, afin de voir si l'injecteur, à raison des variations que peut subir la pression dans la chaudière, n'exige pas un règlement trop fréquent, et si par là même, en cas d'inattention du chauffeur, l'alimentation ne risque pas d'être mal assurée.

22 novembre 1859.

DESCRIPTION

D'UN NOUVEL ORGANE MOTEUR

DES PARACHUTES DES MINES;

PAR M. CH. HAMAL,

INGÉNIEUR DES MINES.

Les figures de la planche III représentent cet organe. Par la suspension du système guidé qu'il s'agit d'arrêter en cas de chute, le rouleau A, adapté à ce système, est tenu éloigné du guide, de manière qu'il ne puisse le toucher pendant l'ascension ni pendant la descente. La même force qui tend le câble à l'origine de chaque mouvement emmagasine aussi dans un ressort la quantité d'action nécessaire pour que, en cas de rupture entraînant la chute libre, le rouleau soit mis en contact avec le guide; si, alors, cet organe est pressé suffisamment contre celui-ci, il tournera dans le sens indiqué par la flèche avec une vitesse bientôt égale à celle de la chute; c'est ce mouvement qui, transmis à un organe d'arrêt par un des moyens généralement employés, constitue le caractère distinctif du nouveau moteur qui fait l'objet de cette note.

Dans ce système le ressort, qui paraît tout aussi indispensable que dans les parachutes employés jusqu'à ce jour, a simplement pour but d'assurer, dès ou peu après l'origine

de la chute, le contact entre le rouleau A′ et le guide, ou plutôt entre deux rouleaux semblables et les deux guides. A cet instant, son rôle finit et c'est la chute elle-même qui doit assurer l'engagement de l'arrêt : les effets immédiats et non encore funestes de l'accident doivent en prévenir les effets désastreux. Le rouleau A sera, d'ailleurs, bien plus efficace qu'un simple ressort dont la puissance d'action est toujours limitée et insuffisante dans beaucoup de cas, ainsi qu'on le démontrera plus loin ; il semble donc mériter le nom qui lui est appliqué de nouvel organe moteur des parachutes des mines.

Les figures 1, 2, 4 et 5 représentent différents modes d'application de ce moteur.

Dans l'un (fig. 1 et 2) le mouvement du rouleau est transmis à l'arrêt qui agit alors sur les côtés du guide au moyen d'un levier à bras égaux ou inégaux ; des chaînettes relient les extrémités des bras respectivement au rouleau et à l'arrêt. Lorsque ce dispositif se combine avec l'emploi des coins, ceux-ci s'interposent entre le guide et une pièce en fer forgé très-forte destinée à recevoir la contrepression. Cette pièce est représentée en élévations et en plan dans les figures 1, 2 et 3 ; il y en aura deux semblables et elles seront réunies entre elles au moyen d'espèces de poutrelles en fer laminé (fig. 10 et 11) et l'ensemble, attaché au système guidé ou cage d'extraction au moyen de pattes boulonnées.

La mise en mouvement des arrêts agissant sur la face interne du guide, pourra s'opérer en général, sans autre intermédiaire que des chaînettes s'enroulant sur le rouleau moteur. Le grand défaut de ces arrêts est d'exposer les guides à des ruptures ; il serait possible de remédier à ce grave inconvénient en limitant l'action de l'arrêt ; c'est ainsi que l'engagement du coin pourrait être facilement réglé par les dispositions de l'appareil lui-même de manière à n'être, en aucun cas, assez considérable pour faire craindre la rupture du guide ; de même l'action des excentriques pourrait être

modérée par des ressorts ou matières compressibles agissant sur les coussinets du rouleau moteur, lequel s'identifierait alors en quelque sorte avec l'arrêt; la résistance à la compression de ces matières devrait être inférieure à la résistance à l'écrasement du guide. Une cage munie d'un semblable parachute glisserait en général, en cas d'accident, jusque près d'une des traverses auxquelles on attache les guides, et elle s'y arrêterait si ces traverses offraient la résistance nécessaire eu égard à leur portée.

La griffe excentrique représentée par la fig. 4 agirait autrement que les excentriques ordinaires. Emportée dans le mouvement de rotation du rouleau moteur elle tracerait dans le guide un sillon au fond duquel se trouverait, à la fin du mouvement de rotation déterminé par le bouton d'arrêt *a*, une banquette d'épaisseur suffisante pour tenir suspendu par la saillie *b* le système à arrêter dans sa chute.

On voit par ce qui précède que la mise en relation du rouleau avec l'arrêt ne peut présenter de difficultés. Elle sera directe avec les arrêts intérieurs et elle nécessitera un intermédiaire avec les arrêts latéraux. Toutefois ceux-ci pourront être mus directement aussi par la disposition de la figure 5 reproduite dans les figures 10 et 11 qui sont un dessin complet d'un parachute du nouveau système.

Nous indiquerons maintenant les dispositions convenables pour que cet organe ne contrarie pas l'extraction dans sa marche et pour qu'il soit mis rapidement en contact avec le guide en cas de rupture du câble.

En rappelant le rouleau un peu en deçà des pièces conductrices de la cage ou *mains de fer,* on sera certain qu'il ne rencontrera jamais les guides pendant le travail, condition nécessaire et suffisante pour qu'il ne fonctionne pas à contre-temps. Cet écartement, qui pourra varier entre $0^m,01$ et $0^m,02$, sera obtenu de la manière suivante :

On fera porter les tourillons de l'arbre du rouleau par des boîtes susceptibles d'un mouvement de va-et-vient horizon-

tal dans des glissières. Aux boîtes on vissera des tiges reliées à une traverse, du milieu de laquelle partira une chaînette qui ira passer sur une poulie de renvoi et se fixer, par son autre extrémité, à une tige centrale et verticale portée par le câble de suspension de la cage (fig. 6). Pour plus de facilité on pourra régler la longueur de la chaînette par des vis qu'on assujettira ensuite soit avec deux écrous, soit avec une goupille.

Ou bien cet écartement sera déterminé par un mouvement de rotation du rouleau comme l'indique la fig. 7; on enlèvera alors au rouleau un segment plus que suffisant pour remplir l'intervalle qui le sépare du guide; pour faciliter l'engagement de ce moteur on donnera une légère excentricité à la partie *mn* de sa circonférence, sans toutefois que le centre de courbure de cette partie s'écarte beaucoup du centre de rotation; au milieu du rouleau et dans sa partie supérieure il y aura une rainure permettant d'attacher à une circonférence d'un moindre diamètre une chaînette dont l'autre extrémité sera fixée à un levier coudé en rapport, par son second bras, avec la tige centrale suspendue au câble. Lorsque celui-ci sera tendu, la chaînette, en se relâchant, permettra au rouleau de prendre la position indiquée dans la figure, où le rappellera son centre de gravité. Il importe qu'en cas d'accident le ressort ait à agir sur des masses d'autant moins considérables que sera plus long le chemin à parcourir par le rouleau pour se mettre en contact avec le guide. Or, par la disposition de la fig. 7 ce chemin sera ordinairement plus long que par celle de la fig. 6 ; c'est pourquoi il pourra convenir de combiner cette disposition, quand on en fera usage, avec une autre par laquelle la communication ne sera réellement établie entre l'arrêt et le rouleau moteur qu'après l'engagement de ce dernier. Ce but, on l'aura rempli si la chaîne de suspension de l'arrêt n'est tendue qu'en ce moment. (fig. 10.)

La disposition de la fig. 7 pourrait avoir des inconvénients

si le rouleau devait être tenu à une distance assez grande du guide; il peut être avantageux dans ce cas de la combiner avec celle de la fig. 6. Pendant le mouvement de va-et-vient des boîtes du moteur, la chaînette *f* (fig. 8), fixée d'une part à un point fixe *a*, d'autre part à une circonférence d'un petit diamètre du rouleau, agit sur celui-ci pour le faire tourner.

Ces divers moyens pourraient être modifiés par le remplacement de chaînettes par des tiges articulées avec jeu; il serait possible aussi de faire agir directement de semblables tiges sur les boîtes du rouleau pour déterminer leur va-et-vient; cette dernière disposition nécessiterait, pour produire l'effet dont il va être question, une détente plus étendue du ressort.

Au moment de la rupture du câble, une force doit déterminer le rapprochement du rouleau du guide; cette force est exercée par un ou plusieurs ressorts; ceux-ci, indiqués par la lettre R dans les dessins, sont disposés horizontalement et agissent directement sur les boîtes du rouleau (fig. 6); ou bien il y a un seul ressort, central et vertical, comme dans la fig. 7; ou enfin on combine l'action du ressort vertical avec celles de ressorts horizontaux.

La dernière condition à réaliser est que le rouleau, après sa mise en contact avec le guide, se trouve fortement pressé contre celui-ci, afin qu'il acquière rapidement une vitesse considérable. La liberté des ressorts horizontaux doit être, à cet effet, beaucoup plus longue que la détente nécessaire pour produire le contact du rouleau avec le guide, afin qu'après cette détente ils possèdent encore une tension suffisante. Une légère excentricité donnée à l'organe moteur sera dans ce cas avantageuse; elle aura pour effet de restituer aux ressorts leur tension primitive, ou même une tension plus forte si on le désire, de sorte que le rouleau se tronvera posséder au moment de l'engagement de l'arrêt la plus grande somme d'énergie mouvante.

La disposition de la figure 7 est sous le rapport qui nous

occupe maintenant, excessivement favorable. Elle permettrait en effet, de tenir dans une position fixe, l'axe du rouleau et par suite de communiquer à l'organe moteur une pression des plus énergiques moyennant une légère excentricité à la circonférence. Il est néanmoins utile, même avec cette disposition, de permettre le déplacement horizontal de l'axe. Il faut, en effet, que la figure et les dimensions du rouleau soient telles que, malgré le jeu nécessairement variable qui existe entre la cage et les guides, il ne puisse exister de doute sur son engagement en quelque point que se trouve la cage au moment de l'accident; il en résulte que l'espace réservé entre le guide et l'axe, doit être nécessairement trop petit pour loger le rouleau et que la différence pourra être, relativement, assez considérable. Si donc l'axe ne pouvait se déplacer, des ruptures seraient possibles, de même que l'écrasement du guide. Il est facile d'éviter cet inconvénient : on loge derrière les boîtes ou coussinets du rouleau une matière compressible ou élastique *c* que l'on composera avantageusement de plaques de caoutchouc enfilées sur une tige horizontale vissée aux centres de chacune des boîtes; des talons *a*, *a*, qui font partie des pièces fixes du parachute reçoivent la contre-pression. La compression de cette matière devra être suffisante pour assurer dans tous les cas une tension suffisante du rouleau dès sa mise en contact avec le guide. L'étendue du compresseur sera assez grande pour que l'action du recul du rouleau, déterminée tant par l'excentricité de la portion *mn* de sa surface cylindrique que par l'excès du rayon *om* sur la distance *on*, n'augmente pas la charge que supporte l'axe au point d'en occasionner la rupture ou d'écraser le guide. Il sera utile de loger entre les talons antérieurs *a*, et les coussinets de mines, des plaques de tôle qu'on enlèvera successivement à mesure que le guide s'usera pour les reporter en arrière entre les talons *a* et le compresseur; de cette manière le rouleau se trouvera toujours dans les mêmes conditions relativement au guide si, en même temps, on

allonge un peu la chaînette qui le rattache au ressort. Ces précautions n'exigeront pas, du reste, des soins continuels, les proportions du rouleau devant être déterminées de manière qu'il puisse fonctionner, comme nous l'avons déjà dit, dans des conditions assez diverses relativement au jeu qui le sépare du guide.

On comprend maintenant comment se divisent ces diverses fonctions des parachutes dans le nouveau système proposé : c'est l'état de tension ou de relâchement du câble de suspension de la cage qui détermine le jeu du rouleau pendant la marche normale de l'extraction ; c'est un organe intermédiaire entre le câble et le rouleau, un ressort, qui doit mettre l'appareil en état de fonctionner en cas de rupture du câble ; c'est ce ressort ou un compresseur particulier qui, dès le contact, développent dans le rouleau la tension convenable et maintiennent l'organe dans cet état. Ce qui distingue ce système des précédents, c'est, répétons-le, qu'à dater de ce moment le ressort devient étranger à l'action importante qui reste à exercer, ou que, s'il continue à agir, il le fait comme une force morte, c'est-à-dire par simple pression, sans chemin parcouru. Les avantages qui doivent résulter de cette innovation font bien plus que compenser les inconvénients, réels ou apparents, de la petite complication qui semble en résulter. Le but est, ici, d'emprunter la force nécessaire à une puissance illimitée, pour ainsi dire, et qui ne peut faire défaut puisqu'elle est offerte par le système même qu'il s'agit d'arrêter dans sa chute ; il est, par conséquent, de rendre ces effets indépendants d'organes destructibles ou imparfaits. Il est difficile, il est vrai, de trouver un moyen pratique de remplacer le ressort comme force mouvante, destinée à amener le rouleau en contact avec le guide ; mais il n'en est plus de même lorsqu'on le considère comme simple compresseur, et c'est ce qui doit faire accorder la préférence à la disposition de la fig. 7, malgré l'inconvénient qu'elle présentera le plus souvent d'augmenter notablement l'étendue de la

période pendant laquelle le ressort devra agir comme force active. Cet inconvénient nous a fait rechercher s'il n'y aurait par moyen de combiner l'emploi d'un compresseur particulier avec la disposition de la fig. 6; on pourra peut-être facilement y parvenir par l'artifice suivant ([1]) :

A chacune des boîtes du rouleau se fixerait, par articulation une griffe *a* (fig. 9) sollicitée vers le bas par un petit ressort à boudin ou par une simple lame élastique, mais retenue dans la position indiquée par la figure, c'est-à-dire à une petite distance d'une crémaillère *b* à rochets très-serrés, par une saillie *c* du rouleau. Cette griffe ne pourrait donc s'engager dans les rochets qu'après que celui-ci aurait commencé son mouvement de rotation, lequel n'est possible qu'en cas d'accident. Cette disposition n'entraverait par conséquent pas la marche de l'extraction, et une petite excentricité suffirait pour faire acquérir au rouleau une tension très-considérable.

Deux causes d'insuccès existent dans les parachutes employés jusqu'à ce jour : la puissance nécessairement limitée des ressorts et la destructibilité de cet organe. Cette puissance, quoique limitée, sera toujours suffisante dans le nouveau système où il y a, si l'on peut s'exprimer ainsi, division du travail, et attribution au ressort de la part la plus facile. Restent cependant les chances nombreuses de destruction ; une bonne disposition de l'organe pourra probablement atténuer considérablement cette cause d'inefficacité ; la suivante nous paraît très-convenable pour les nouveaux appareils proposés :

C'est un ressort à boudin en très-bon acier fondu. Il faut se représenter un ressort de parachute comme supportant toujours une fraction très-notable de la charge suspendue au câble. La mise en charge se renouvelle deux fois par voyage, de sorte que l'organe est soumis à des alternatives fréquentes

([1]) Il ne serait pas difficile d'atteindre ce but par des moyens plus simples encore et faciles à imaginer.

de compression complète et de dilatation et que la destruction rapide en est très-probable; le moyen de remédier à cet inconvénient est de faire en sorte que le ressort métallique ne soit jamais comprimé à fond et ne supporte qu'une partie de la charge; nous employons dans ce but des rondelles de caoutchouc *m* (voir fig. 12); il y a, en outre, à l'intérieur du boudin, un fourreau *n* qui, en deçà de la limite de compression, rencontre le fond supérieur de la double boîte du ressort, fond sur lequel sont posés les rondelles *m*; de cette manière la partie de la charge qui s'ajoute depuis ce point où en est arrivée la compression jusqu'à la fin de celle-ci, est supportée presqu'entièrement par le caout-chouc qui, on le sait, ne cède que très-difficilement lorsqu'il est déjà un peu comprimé. Pour régler ce ressort, on le tend avant la mise en charge, jusqu'à un point tel qu'en partant de là et lui faisant parcourir encore la course nécessaire pour qu'il produise ses effets, il acquière toute la puissance d'action dont il a besoin. On pourra faire supporter sans inconvénient à un ressort ainsi combiné une charge considérable; la même disposition procurera encore cet avantage qu'il y aura lors de la détente une très-forte impulsion initiale d'une grande utilité en cas d'accident. Pour s'en convaincre qu'on imagine la charge supportée non par un câble élastique mais par une tige inextensible; en cas de rupture de celle-ci quel travail devra opérer le ressort pour mettre le parachute en état d'agir? Il faut bien remarquer qu'ici, où il s'agit de produire un mouvement relatif, l'action de la gravité sur les masses à mouvoir est nulle pour l'effet à obtenir. La puissance du ressort devra donc s'exercer non-seulement sur la masse du rouleau et sur celle de l'arrêt si celui-ci est dès lors en rapport avec le rouleau, mais aussi sur celle de la portion de la tige rompue entraînée dans la chute. Lorsque les masses ainsi réunies seront un peu considérables, le ressort, quelle que soit sa force, ne pourra leur imprimer qu'une faible vitesse relative et c'est là la grande cause qui peut entraîner l'ineffi-

cacité des parachutes employés jusqu'à ce jour, d'autant plus facilement qu'on y fait usage d'un moteur imparfait et destructible. Dans le nouveau système proposé il suffit d'imprimer une faible vitesse relative au rouleau pour qu'il ait bientôt franchi la petite distance qui le sépare du guide et dès ce moment, on l'a déjà dit, le rôle du ressort est réellement fini ; or, une impulsion initiale très-forte pourrait déjà, seule, déterminer ce mouvement relatif ; elle sera donc très-avantageuse. On objecte, il est vrai, à ce raisonnement que le câble a une élasticité suffisante pour vaincre l'inertie de sa masse ; en la supposant fondée cette objection ne ferait que diminuer un peu les avantages relatifs du nouveau système ; mais on peut douter de sa justesse, surtout s'il s'agit de vieilles cordes, et l'élasticité des cordes neuves sera-t-elle toujours appliquée, du reste, à leur faire subir dans le sens de la chute, un déplacement relatif assez instantané pour ne pas nuire à l'action du ressort ; ne sera-t-elle pas dépensée en grande partie pour les faire voyager dans le sens horizontal ? Cette question semble permise car on sait que, pendant l'extraction, les câbles sont soumis à des oscillations nombreuses.

La question des organes d'arrêt se liant nécessairement à celle de l'organe moteur, nous ne pouvons nous dispenser de la traiter succinctement. Après diverses études et plusieurs essais nous avons accordé la préférence au coin uni. La théorie du coin enseigne que sa forme la plus avantageuse sous le rapport de l'effet utile est la forme rectangulaire avec angle opposé à la tête très-ouvert ; mais ici cette considération de l'effet utile doit être écartée ; l'important est que, après engagement, le coin reste en place, c'est-à-dire qu'il ne soit pas refoulé par les réactions moléculaires des parties engagées. Soit c l'angle du coin opposé à la tête ; la limite des angles satisfaisant à la condition énoncée est donnée par la formule suivante (V. *Traité de mécanique* de M. Poncelet.)

$$\text{tang } c = \frac{f+f'}{f-ff'}$$

f est le coefficient de frottement de la cage sur le coin ; f' est celui du frottement du coin sur le guide. En posant $f+f'=0,25$ on serait conduit à donner aux coins 1^m de base sur 4^m de hauteur. Il conviendra d'augmenter cette acuité plutôt que de la diminuer.

En armant de pointes la face des coins destinée à agir sur les guides on pourrait ouvrir d'avantage l'angle au sommet. Mais ces organes, de même que les griffes, présentent un grand inconvénient ; l'arrêt est trop instantané, et on se demande avec raison si un système animé d'une grande vitesse et arrêté subitement dans sa chute ne serait pas aussi sûrement détruit que s'il allait se briser au fond du puits ; la commotion qu'en ressentiraient les ouvriers, s'il s'en trouvait dans la cage, pourrait en tout cas leur être funeste.

La question qui nous occupe n'est toutefois pas assez avancée pour que toute l'attention des inventeurs ne se concentre sur le but final à obtenir, c'est-à-dire l'arrêt du système dans sa chute. Cependant on peut dire en général que l'emploi des arrêts unis agissant à la manière des freins doit, s'il réussit, conduire en même temps à la réalisation de la seconde partie du problème, c'est-à-dire à un amortissement convenable de la chute. Il peut rester, il est vrai, des doutes sur l'efficacité des coins unis ; quoique nous ne les partagions pas, il fallait se préoccuper des moyens de remplacer cet arrêt en cas d'insuccès, et nous sommes arrivé à deux dispositions particulières des coins-griffes qui rempliraient très-probablement le but désiré. Dans l'une, fig. 13, on entaillerait la face droite du coin pour y loger et maintenir, à fleur de cette face, une cale ou petit coin plus aigu hérissé de pointes ; la cale pourrait voyager de bas en haut dans le grand coin, mais ce mouvement serait limité à une certaine hauteur, où elle se présenterait en saillie sur la face droite, par un bouton d'arrêt. Voici quelle serait selon toute probabilité l'effet de cette combinaison : au moment de l'engagement du coin entre la cage et le guide il y a un petit mouve-

ment de la cage sur le plan incliné de l'arrêt ; puis le système du coin et de la cage glisse le long du guide. Ce que l'on peut craindre, c'est que ce glissement ne se prolonge indéfiniment ; suivant nous cet accident n'aura certainement pas lieu si l'appareil est bien proportionné ; dans tous les cas, s'il y a une cale disposée comme il vient d'être dit, le système du coin et de la cage descendra sur cette cale et forcera celle-ci à pénétrer dans le guide et à créer ainsi un point d'arrêt convenable. L'autre disposition, fig. 14, agit d'une manière analogue ; elle consiste en une griffe excentrique logée dans l'intérieur du coin ; cette griffe affleure dans sa position normale la face droite de celui-ci que porte l'axe autour duquel elle tournera en cas d'accident ; elle se présentera alors en saillie sur le coin et elle aura pénétré dans le guide ; une espèce de toc appliqué sur le plat de l'aile de la griffe, limiterait d'ailleurs, en rencontrant un bouton d'arrêt fixé à l'une des faces latérales du coin, le mouvement de rotation de l'excentrique.

On voit dans les figures 7, 10 et 11 des rondelles indiquées par la lettre *r* ; elles sont en caoutchouc et elles ont pour objet,. soit l'amortissement de chocs, soit une diminution de perte de force vive, soit la conservation des pièces de l'appareil.

Deux genres de chutes des vases servant à l'extraction doivent être distinguées ; l'une, qui peut être désignée sous le nom de chute libre est produite ordinairement par la rupture du câble de suspension ; c'est à en prévenir les effets que sont destinés les parachutes des mines ; l'autre cas, qui paraît au premier abord moins effrayant et qui est en réalité tout aussi redoutable et souvent plus désastreux, est connu dans la province du Hainaut sous le nom de *ballage de la machine ;* il naît chaque fois que la résistance à vaincre l'emporte sur la puissance motrice, et il se manifeste déjà avec la plus grande gravité dès qu'il y a bris d'une partie essentielle de la machine. Pour prévenir les suites fâcheuses de cet accident on applique maintenant généralement des freins sur les bo-

bines ; mais ces appareils font quelquefois défaut, et il serait désirable qu'on pût, comme surcroît de garantie, agir directement aussi dans ce cas sur le système qui sera bientôt précipité au fond du puits, si on ne l'arrête dans sa marche. Un parachute ne sera complet que lorsqu'il pourra prévenir l'une et l'autre espèce de chute; on est loin d'être arrivé à ce degré de perfection ; mais on pourrait peut-être faire des tentatives dans ce but en adaptant à l'appareil l'organe dont la fig. 15 donne une idée suffisamment claire, lequel serait destiné à agir dans le cas de ballage : l'air viendrait frapper une ou plusieurs ailes concaves *a* attachées à un arbre tournant A, arbre portant aussi un levier au bout duquel on fixerait le poids P. Ce poids passant bientôt de l'autre côté de la verticale viendrait alors en aide à l'action de l'air sur les ailettes ; la chaînette *f*, flottante dans son état normal, serait tendue et le système pourrait être animé en ce moment d'une force vive suffisante, soit pour mettre directement le rouleau en contact avec le guide, soit pour permettre aux ressorts, en les décrochant, d'agir sur ce moteur : on voit que cet organe est fondé tant sur la résistance de l'air au mouvement que sur ce qu'en cas de ballage un corps pesant peut agir, par son poids relatif, comme force motrice.

La théorie d'un parachute du nouveau système peut être exposée quoiqu'elle manque de données suffisantes.

Considérons l'appareil depuis l'instant où la corde a été rompue jusqu'à celui où le système est définitivement arrêté dans sa chute ; la durée de l'action totale sera partagée en plusieurs périodes.

1re *période*. Elle s'étend depuis l'origine de l'accident jusqu'à l'instant où le rouleau est mis en contact avec le guide.

L'état du système, immédiatement après la rupture du câble de suspension, dépend des circonstances qui ont fait naître ou qui accompagnent l'accident. Ces circonstances sont telles qu'au moment où le contact s'établira entre le guide et le rouleau la vitesse de la chute sera plus ou moins considérable

ou bien nulle ou même négative. Le premier cas se présente si la rupture a eu lieu pendant un stationnement de la cage ou pendant sa descente. L'un ou l'autre peuvent se réaliser lorsque le même accident arrive pendant l'ascension ; la cage quoique non suspendue, continue en effet alors à monter en vertu de sa force vive acquise et suivant que le contact du guide et du rouleau coïncide avec l'extinction de celle-ci, la suit ou la précède, ou se trouve dans le second cas, dans le premier ou dans le troisième. Comme dans ce dernier le rouleau est sollicité, pendant un instant en sens inverse de celui qui est indiqué par les flèches; il importe, pour prévenir l'effet, d'empêcher par un arrêt, à partir de la position normale, sa rotation dans ce sens.

Nous considérons aussi, comme nous l'avons dit, comme très-importantes les conditions du câble au moment de la rupture. Nous croyons que le bout de cable qui peut être entraîné dans la chute influe en général défavorablement sur l'action de l'appareil destiné à arrêter celle-ci. Certainement des vibrations moléculaires d'une grande intensité seront mises subitement en jeu par le fait de la rupture de la corde; leur effet consistera-t-il néanmoins dans un déplacement relatif et général du bout de câble, assez instantané pour que le ressort ne soit pas contrarié dans sa marche ; voilà ce qui nous paraît douteux.

Il faut donc admettre, suivant nous, qu'au moment de la rupture il y a au moins une partie de la masse du câble entraîné dans la chute qui retarde la détente du ressort; nous représenterons par M cette quantité de masse dont il faut vaincre l'inertie.

Après la rupture le ressort agit aussi sur la masse du rouleau et de l'arrêt, si ces deux parties sont dès lors en communication entre elles, ainsi que sur celles des organes de transmission du mouvement des chaînes de suspension de la cage, etc.; soit m une masse qui, supposée mue directement par le ressort, produirait le même effet que ces pièces.

Il faut, en outre, vaincre des frottements plus ou moins considérables, et subir une perte de force vive très-notable, car l'action ne peut s'exercer sans choc; le terme de la puissance devra donc être affecté d'un certain coefficient K.

Si T est cette puissance, c'est-à-dire la quantité d'action emmagasinée dans le ressort et v la vitesse communiquée à la fin de la détente à la masse $M+m=\frac{P+p}{g}$, P et p étant les poids correspondant au masses, g la gravité, on aura :

$$2KT=(M+m)v^2 \text{ ou } 2gKT=(P+p)v^2.$$

La quantité d'action emmagasinée dans le ressort dépend de valeurs variables même dans un appareil donné, mais qui le seront d'autant moins que l'organe sera mieux construit et mieux entretenu. Nous admettrons comme limites extrêmes pour un appareil soigné T=15 kilogrammètres et P=30 kilogrammètres.

La valeur de K est très-incertaine et dépend beaucoup des soins qu'on aura pris pour atténuer les chocs ; comme les dispositions adoptées dans ce but seront toujours fort imparfaites, nous poserons K=0,333.

Nous aurons donc pour calculer v les deux équations :

(1) $10=(M+m)v^2$ correspondant à $T=15^k$.

(2) $20=(M+m)v^2$ id. à $T=30^k$.

La valeur de M dépend de l'état et de la longueur du bout de corde entraîné dans la chute. En posant successivement $M=o$ et $M=80$, ce qni correspond à des valeurs de P nulle ou d'environ 800 kilogrammes, l'un des cas représentera les circonstances les plus avantageuses de la chute, sous le rapport qui nous occupe, et l'autre se rapprochera sans doute de celles qui sont les plus désavantageuses.

Soit en outre $m=15$, ce qui donne à p une valeur d'environ 150 kilogrammes.

Ces données substituées dans la formule (1) donnent :

Pour $M=0$: $v^2=0,666$ d'où $v=0^m,82$,
Pour $M=80$: $v^2=0,105$ d'où $v=0^m,32$.

Par la formule (2) on aura :

Pour $M=0$: $v^2=1,33$ d'où $v=1^m,19$,
Pour $M=80$: $v^2=0,210$ d'où $v=0^m,46$.

En supposant constante la force qui produit la détente du ressort et en la mesurant par g', on pourra calculer le temps employé à cette détente ; par conséquent celui qui est nécessaire pour mettre le rouleau en contact avec le guide. Représentant par e le chemin parcouru par l'organe lorsqu'il a imprimé à la masse $M+m$ la vitesse v, on a :

$$2e=g't^2=vt, \text{ d'où } t=\frac{2e}{v}.$$

Il y a donc avantage à réduire autant que possible le chemin à faire parcourir au rouleau pour qu'il rencontre le guide ; s'il est égal à $0^m,02$ on a par la formule (1) qu'il faut alors appliquer :

Pour $M=0$: $t=0'',05$,
Pour $M=80$: $t=0'',125$.

Si $e=0^m,08$, la formule (2), qui peut être employée alors, donne :

Pour $M=0$: $t=0'',14$,
Pour $M=80$: $t=0'',35$.

Pendant ce temps la vitesse de la chute va en s'accélérant et le chemin parcouru par la cage pourra être assez considérable si la rupture a eu lieu à la descente ; l'avantage des dis-

positions qui rapprochent le plus le rouleau du guide peut être apprécié d'après cette considération.

Notons que ce qui précède constituerait à peu près toute la théorie des parachutes ordinaires, théorie peu applicable, faute de données, mais qui montre néanmoins que la vitesse avec laquelle l'arrêt rencontrera les guides et devra fonctionner sera souvent très faible, même en admettant, comme on doit le faire, pour ces appareils, les résultats de la formule (2). Sans doute cette vitesse suffira si celle de la chûte au moment de l'engagement de l'arrêt est nulle ou peu considérable. Mais dans beaucoup de cas, correspondant même à des ruptures pendant l'ascension ou pendant un stationnement, elle doit paraître insuffisante. Comme exemple prenons une cage animée d'une vitesse même ascensionnelle, soit d'un mètre, au moment de la rupture ; sa force vive s'éteindra en environ 0″,1 ; si la corde s'est rompue à une grande hauteur il s'écoulera encore 0″,25 à 0″,3 avant que l'arrêt soit près de s'engager, et pendant ce temps la vitesse de la chute se sera élevée à près de 3 mètres ; cette vitesse sera même plus grande si le ressort est en mauvais état. Nous n'admettons pas, il est vrai, dans notre raisonnement, qu'il suffise qu'un arrêt vienne se poser sur le guide pour que ses effets soient assurés ; que par exemple, une griffe s'y engage par l'action même de la cage dès qu'elle le rencontre, ou qu'un coin sera serré suffisamment par le poids et par le choc du même système pourvu qu'il vienne remplir l'espace compris entre le guide et la pièce destinée à recevoir la contrepression. De même qu'il faut un certain temps pour que le verrou des parachutes, qui ont cet arrêt pour base, s'engage dans une des cavités propres à le recevoir, il en faut un aussi pour qu'une griffe se crée le point d'appui nécessaire pour que la cage puisse la faire pénétrer dans le bois, ou pour qu'un coin fasse naître les réactions moléculaires qui doivent déterminer la descente du système sur sa face inclinée et par suite le serrage. Si pendant ce temps la cage a parcouru un chemin un

peu long sur toute l'étendue duquel se répartit l'action de l'arrêt, il en résultera que l'effet de celui-ci sur chaque élément de la surface atteinte sera trop faible pour qu'on puisse en espérer un bon résultat.

Des obstacles existant à l'engagement de l'arrêt et ces obstacles augmentant avec la vitesse de la chute, il importe donc que la puissance destinée à les vaincre soit en rapport avec celle-ci. Désignons par V la vitesse de l'arrêt au moment de l'engagement et par m' la masse augmentée d'une quantité dont la valeur dépend des pièces qui réagissent sur cet organe, comme le fait le rouleau dans ce système proposé, ou comme le ferait un contrepoids du coin, etc.; la puissance d'engagement sera proportionnelle à $m'V^2$. Dans les parachutes employés jusqu'à ce jour les variations que subit la vitesse V dépendent de circonstances qui peuvent s'exercer défavorablement aussi bien lorsque le danger augmente que quand il est moindre; l'importante condition qui vient d'être indiquée est donc loin d'y être remplie; dans notre système au contraire la puissance d'engagement de l'arrêt augmente considérablement lorsque la vitesse de la chute s'accroît.

Deuxième période. Elle commence au moment du contact du rouleau et du guide et elle finit avec l'engagement de l'arrêt.

Le premier soin à avoir pour que tous les phénomènes qui caractérisent cette période s'accomplissent est d'assurer l'engrénage du guide et du rouleau. Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons déjà dit à cet égard dans la description du système.

Un deuxième point important est d'exercer sur le rouleau une pression suffisante pour qu'il tourne rapidement avec une vitesse égale à celle de la chute ou qui s'en rapproche autant que possible. Dans l'étude de cette question on peut négliger sans inconvénient le poids de l'arrêt; mais la perte de force vive qui a lieu au moment où le rouleau transmet son mouvement à cet organe est très-notable; nous la négligerons

cependant aussi parce que notre but peut se borner à montrer comment se réalisera la condition énoncée.

Soient P la pression du rouleau contre le guide;
fP le frottement ou la force motrice;
m' la masse du rouleau augmentée de celle de l'arrêt supposé animé de la même vitesse;
π le rapport entre la circonférence du cercle et son diamètre;
K le rapport entre l'arc qui se développe sur le guide et la circonférence entière du rouleau;
R le rayon de celui-ci;
V' la vitesse de la chute au moment de l'engagement de l'arrêt.

L'équation suivante exprime que la puissance mouvante du rouleau est suffisante pour développer dans celui-ci une vitesse de rotation égale à celle de la chute

$$fP \times 2\pi RK = \frac{m'V'^2}{2}$$

Cette relation peut être satisfaite :

1° en augmentant f, en rayant le rouleau par exemple;

2° en augmentant P, R ou K.

L'amplitude de la course du rouleau est l'élément qu'il est le plus important de bien déterminer par des essais; elle sera suffisante pour chaque disposition adoptée dès que le parachute arrêtera la charge abandonnée à elle-même à partir du repos. Une longue course du rouleau a, à la vérité, aussi son côté défavorable puisqu'elle détermine une plus grande hauteur de chute; mais ce n'est pas là un inconvénient réel dans le nouveau système; car cet excès de hauteur de chute est nécessaire pour faire agir l'appareil si la cage tombe à partir du repos, et il est sans inconvénient sensible, ainsi qu'on peut facilement s'en assurer par le calcul, si dès l'origine de la chute cette cage est animée d'une vitesse déjà considérable.

3ᵉ *période*. A la fin de la période qui précède, le système de la cage et du coin subit, si la force vive qu'avait acquise celui-ci a été suffisante, un déplacement relatif duquel il résulte que la cage est descendue d'une petite quantité sur la face inclinée du coin en donnant lieu à un choc et par suite à une pression énergique sur le guide. Pour être suivie d'un bon résultat cette pression devra faire naître un frottement supérieur au poids du système à arrêter dans la chute : s'il y a égalité entre les deux forces, le système descendra théoriquement jusqu'au fond du puits avec sa vitesse acquise ; si la différence est très-considérable la chute sera arrêtée à peu près instantanément ; entre ces deux limites il y aura glissement plus ou moins étendu sur le guide. Ce glissement limité est, comme nous l'avons déjà dit très-favorable ; il est la mesure du degré d'amortissement obtenu ; aussi peut-on distinguer cette troisième et dernière période sous le nom de période d'amortissement du choc.

En terminant cette note, reconnaissons que la question des parachutes des mines n'offre plus le grand intérêt qui s'y attachait lorsque, prévoyant l'époque non très-éloignée où le mineur ne se servira plus guère des échelles pour se rendre à sa besogne ou la quitter, on considérait les vases servant à l'extraction comme destinés à remplacer ces dernières. Depuis peu de temps les idées ont heureusement changé, et bien des exploitants se déterminent aujourd'hui, non seulement par humanité mais aussi par intérêt à accorder la préférence aux fahrkunst, et il y a lieu d'espérer que ce mode sera généralement adopté. L'objet des parachutes se réduirait donc à prévenir les désastres matériels qu'occasionnent les chutes des appareils servant à l'extraction ; ainsi restreinte, la question mérite cependant aussi d'être étudiée, car on trouvera encore que les systèmes adoptés jusqu'aujourd'hui ne remplissent pas suffisamment le but.

Mons, le 14 avril 1860.

MINES.

NOTICE

SUR

L'ÉPURATION DE LA HOUILLE,

PAR M. A. FRÉDERIX,

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES.

Une des questions modernes les plus intéressantes de l'art des mines est, sans contredit, l'épuration de la houille, qui a permis, à l'aide d'un lavage analogue à la préparation mécanique que l'on fait subir aux minerais, d'obtenir avec les menus charbons les plus impurs, n'ayant autrefois presque pas de valeur, des produits excellents, d'une pureté supérieure à celle des charbons en gros fragments.

L'épuration des charbons par le lavage ne date, à proprement parler, que de 1848. Il est peu d'ingénieurs, en Belgique, qui n'aient vu en 1848, à Molenbeek-Saint-Jean, lez-Bruxelles, le premier appareil mécanique qui ait été construit et qui excita, à cette époque, un si vif intérêt. Si l'auteur, M. Bérard, est Français, ce n'est pas moins sur le sol de la Belgique qu'a pris naissance cette création ingénieuse qui valut à l'inventeur une récompense de premier ordre à l'exposition universelle de Londres, en 1851.

Nous n'entreprendrons pas de faire ici l'histoire de l'épuration de la houille et des vicissitudes par lesquelles a dû passer la création de l'appareil dont nous allons essayer de donner une description : cette question a été traitée avec plus de détails par M. Bérard lui-même, dans un mémoire

inséré dans les *Annales des mines* de France, en 1856.

Mais l'appareil dit locomobile, décrit dans les *Annales des mines*, présente des différences assez essentielles avec ceux que l'inventeur fait exécuter actuellement ; tel est celui dont on fait usage aux charbonnages de l'Espérance, à Seraing : nous aurons à faire ressortir les différences qui doivent exercer une certaine influence sur les résultats à obtenir.

Frappé, comme tout le monde, de l'importance, pour la métallurgie et les chemins de fer, d'avoir des cokes aussi purs que possible, le directeur gérant, M. Behr, fit établir à l'Espérance, en 1852, les lavoirs à bras, dits bacs à piston, qui ont été successivement modifiés et perfectionnés par M. Dony, chef mécanicien de l'usine.

Bien que ces procédés aient été amenés à un aussi grand degré de perfection qu'il fût possible de l'espérer avec des moyens manuels, soumis à la négligence trop fréquente des ouvriers, il en résultait des frais de main-d'œuvre considérables, des pertes en charbon fort appréciables, des résultats incertains et variables, considérations qui devaient faire rechercher l'emploi d'un meilleur système.

L'appareil Bérard se présentait parmi les plus perfectionnés : les applications qui en avaient été faites en France et en Angleterre le recommandaient à une sérieuse attention. Une application plus récente, faite en Belgique, aux mines de Belle-Vue, dans le bassin de Mons, donnait la facilité de suivre le travail et de se rendre un compte exact des avantages ou des inconvénients de ce système. Aussi, le directeur de la société de l'Espérance s'empressa-t-il de faire étudier avec soin les résultats pratiques et économiques de l'appareil de Belle-Vue, de celui de Tartaras, près Rive-de-Gier et de quelques autres. De cet examen approfondi il était résulté pour lui que toute hésitation devait cesser, malgré quelques objections qui s'étaient fait jour, comme cela arrive généralement contre tout ce qui est nouveau.

Un appareil Bérard, petit modèle, dit locomobile, fut donc

établi, il y a un an et demi environ, dans les usines de l'Espérance, et les administrateurs de cet établissement n'ont pas tardé à se féliciter de cette détermination.

L'appareil Bérard installé à l'Espérance se compose (Voir pl. IV) d'une paire de cylindres broyeurs, d'une chaîne à godets, servant d'élévateur, d'une grille à secousse de classement, d'un bac à piston à travail continu, muni de tous ses accessoires, releveur, agitateur, etc.; enfin, des bacs de dépôt ou de clarification des eaux.

Nous examinerons successivement et dans l'ordre de la marche du travail ces différents organes, qui constituent un tout complet. Mais avant d'entrer dans ce détail descriptif, nous devons faire remarquer que le mouvement est donné aux différentes parties du mécanisme par une petite machine à vapeur de la force de 4 à 5 chevaux, placée sur le côté du bac et faisant corps avec celui-ci ; ce qui permet un déplacement facile et commode de tout le système, en même temps que cet agencement simplifie sensiblement les frais d'installation.

Pour suivre la marche du travail, nous devons distinguer deux cas : celui où, ne trouvant pas l'écoulement commercial de la gailleterie, on doit broyer cette qualité de charbon pour en rendre le lavage plus facile, et celui où le charbon livré à l'appareil a été préalablement criblé assez fin pour subir, tel qu'il est, l'opération du lavage dans de bonnes conditions.

Nous examinerons d'abord la première hypothèse, qui est la plus complexe, la seconde rentrant comme cas particulier dans la première.

Le charbon préalablement criblé à la mine sur une grille dont les barreaux sont espacés de 6 à 7 centimètres, pour enlever la grosse gailleterie, livrée directement au commerce, est amené à l'appareil et versé directement dans la fosse de l'élévateur. Une chaîne sans fin, formée de godets en tôle, puise le charbon dans la fosse, l'élève à une hauteur de 7 mètres environ, et le déverse sur une grille à secousse AA', A''A'''. Pour que le remplissage des godets soit toujours

à peu près le même, il est établi, au niveau de la partie supérieure de la fosse, un râcloir articulé qui, reposant successivement sur chaque godet, râcle le trop-plein de charbon en le faisant retomber dans le godet suivant ou dans la fosse :- on a ainsi une grande régularité d'alimentation, condition essentielle d'un bon travail.

La grille à secousse est formée de deux plans AA' et A''A''' inclinés en sens opposés. Ces plans sont composés de plaques perforées en tôle, dont le diamètre des trous varie ordinairement de 20 à 30 millimètres : des fonds pleins sont placés au-dessous des plaques perforées.

Cette grille est supportée, d'un côté, par un arbre B, autour duquel elle pivote : elle se termine, de l'autre côté, en deux branches qui embrassent la chaîne de l'élévateur : des galets C sont fixés à ces branches. Le mouvement de secousse est donné par deux cames en bois dur fixées sur les poulies de commande des broyeurs. Ces cames pressent sur les galets C, soulèvent la grille à secousse et la laissent retomber sur le taquet D frappant contre le chapeau D', lequel est supporté par les deux pièces de bois EE' fixées sur une semelle F et indépendante de l'appareil, afin d'éviter que les ébranlements provenant de la semelle de la table ne se communiquent à l'appareil lui-même.

Cette disposition de grille à secousse est nouvelle et n'était point décrite dans le mémoire des *Annales des mines*.

Le charbon, en tombant des godets de la chaîne de l'élévateur sur la grille à secousse, se classe en deux divisions; la partie fine, qui a pu passer au travers des trous de la grille, se rend directement dans le bac de lavage, et les fragments trop gros pour passer au travers des trous de la plaque perforée vont au broyeur par le conduit GH en forme d'Y, pour être concassés en morceaux assez petits pour subir convenablement l'opération du lavage, et revenir ensuite au bac par la chaîne de l'élévateur.

Les broyeurs sont formés de deux cylindres cannelés en

fonte IK, commandés séparément à l'aide de poulies et courroies dont l'une est croisée, sans engrenage intermédiaire. Cette disposition permet le recul de l'un des cylindres dans une amplitude aussi considérable que puissent l'exiger les besoins d'un bon travail : l'écartement des cylindres est réglé à volonté, et le recul est obtenu au moyen d'une disposition fort simple formée de rondelles en caoutchouc renfermées dans un cylindre en fonte : une vis presse ces rondelles et tend à volonté leur force d'élasticité, tandis que du côté opposé un piston mobile jouant dans ce cylindre en fonte transmet au palier du cylindre broyeur mobile la puissance élastique du ressort.

Les matières livrées aux broyeurs sont dépourvues de tout le menu, dont le mélange n'aurait d'autre effet que d'augmenter les chances d'engorgement des broyeurs en leur livrant des matières qui n'ont pas besoin d'y passer, mais en outre on augmenterait encore la proportion de poussière qui serait formée, effet qu'il importe d'éviter. Par la disposition adoptée, on est dans de bonnes conditions de travail.

La vitesse de rotation imprimée aux cylindres broyeurs est assez considérable (60 tours par minute) pour qu'avec des charbons durs très-gailleteux les broyeurs suffisent à débiter tout ce qui leur est fourni. L'ensemble de ces dispositions satisfait pleinement aux exigences d'un service régulier.

Le charbon à épurer étant ainsi ramené à une limite de grosseur uniforme, dont les plus gros fragments ne dépassent pas 20 millimètres dans leur plus grande dimension, est livré sous cet état à l'opération proprement dite du lavage, les autres manipulations qu'on lui a fait subir n'étant, en quelque sorte, que préparatoires à l'opération essentielle de l'épuration.

L'appareil de lavage ou d'épuration emprunte son principe à ce qu'on appelle le bac à piston, en agissant par des soulèvements successifs de la matière pour la classer par ordre

de densité, en la tenant en suspension dans l'eau. Mais il en diffère essentiellement, en ce que l'opération a été rendue entièrement mécanique et continue, conditions qui n'avaient point été remplies jusqu'alors.

L'appareil d'épuration, auquel nous conserverons le nom de bac, se compose d'une caisse rectangulaire en tôle ayant un fond incliné suivant une pente de 45° environ. Sur une des petites faces verticales, du côté où se dirige l'inclinaison du fond, est fixée une pièce en fonte portant un cylindre L dont la partie inférieure est en communication avec l'intérieur de la caisse en tôle. C'est contre cette pièce en fonte, et sur un des côtés, qu'est fixée la machine à vapeur donnant le mouvement à tout le système, ainsi que la pompe d'alimentation de l'appareil et la pompe alimentaire du générateur marchant l'un et l'autre à traction directe.

Dans l'intérieur de la caisse en tôle, et à une certaine distance en contre-bas du bord supérieur, est fixé un châssis en fonte MM', lequel est recouvert d'une plaque perforée en cuivre dont le diamètre des trous est de 2 millimètres environ. Ce châssis est incliné de 3 à 4 centimètres par mètre du côté M' où est le cylindre en fonte dans lequel se meut le piston destiné à produire le soulèvement des matières : nous verrons bientôt la raison d'être de cette inclinaison.

Au-dessus du châssis, et transversalement au bac, est disposée une traverse en fonte NN' contre laquelle joue, dans le sens vertical, une vanne qui peut intercepter complétement ou partiellement le passage des matières d'un côté à l'autre de cette traverse.

A l'extrémité M' du châssis est adaptée une contre-vanne OO', qu'on peut relever à volonté au-dessus du châssis de manière à former barrage.

Enfin, à l'extrémité opposée du châssis en M, contre la cloison formant un des petits côtés de la caisse en tôle du bac, on a établi une autre vanne PP', dont le relèvement

règle la sortie des charbons et détermine en même temps l'épaisseur de la couche des matières dans le bac.

Le menu charbon ayant passé au travers de la grille à secousse, dont les ouvertures des plaques perforées ont 20 millimètres de diamètre, tombe dans le bac par un conduit fermé qui l'amène contre la traverse NN'. A ce moment, l'appareil est rempli d'eau jusqu'à l'ouverture de trop-plein QQ'. La machine à vapeur communique directement un mouvement de rotation de 100 tours par minute à l'arbre coudé R, lequel transmet au piston SS' un mouvement de va-et-vient d'une amplitude de 14 centimètres.

L'action, aujourd'hui si connue du crible à secousse ou du bac à piston, produit alors un classement par ordre de densité des matières reposant sur la plaque perforée du châssis; le charbon plus léger reste à la surface, tandis que les matières étrangères d'une plus grande pesanteur spécifique, telles que le schiste houiller, le sulfure de fer, le sulfate de chaux en lamelles, etc., sont précipitées au fond sur la plaque perforée du châssis.

C'est ici que la disposition, imaginée par M. Bérard, d'une vanne et contre-vanne, a résolu d'une manière heureuse le problème si difficile de l'écoulement continu des schistes en proportion exacte de leur renouvellement dans le bac par l'arrivée des matières.

L'épaisseur totale de la couche étant supposée réglée à 18 centimètres du côté de la sortie du charbon, ce qui correspond à 25 centimètres du côté opposé vers la vanne de sortie des schistes, par l'inclinaison du châssis, on laisse accumuler sur celui-ci une couche de schiste assez considérable pour dépasser de quelques centimètres le dessus de l'ouverture laissée entre le châssis et la vanne : ainsi en supposant la vanne soulevée à 3 centimètres au-dessus du châssis, la couche de schiste doit avoir en tout 9 à 10 centimètres, mesurée contre la vanne, ce qui fait une hauteur de 6 à 7 centimètres du dessus du bas de la vanne : cette

épaisseur de schiste est suffisante pour empêcher qu'aucun fragment de charbon puisse passer sous la vanne et que le schiste seul, parfaitement pur, ait accès dans l'espace compris entre la vanne et le barrage formé par la contre-vanne. Il s'accumule ainsi dans cet espace une couche de schistes purs dont l'épaisseur est réglée par la hauteur à laquelle a été élevée la contre-vanne. Cette couche de schistes, retenue entre la vanne et la contre-vanne, est destinée à tenir en équilibre la pression des matières accumulées sur le châssis, de l'autre côté de la vanne, qui tendraient sans cela à passer également par l'ouverture sous la vanne, sollicitées qu'elles sont par l'action du piston du bac, qui les tient en quelque sorte en suspension, et par l'inclinaison du châssis, qui ramène incessamment les schistes contre la vanne de sortie.

D'après cette disposition, on conçoit que quand la couche de schiste augmente dans le bac, cet accroissement ne peut avoir lieu qu'aux dépens de la couche de charbon : la pression totale au passage sous la vanne devient alors plus considérable; et comme la résistance formée par la couche de schistes accumulés entre la vanne et la contre-vanne reste constante, il s'ensuit que le déversement de cette couche s'opère par-dessus la contre-vanne. La rapidité d'écoulement a lieu en proportion exacte de l'accroissement de la couche de schiste qui tendrait à se produire dans le bac, de telle sorte que l'épaisseur de cette couche reste sensiblement la même.

Les schistes ainsi éliminés, par l'action seule du travail de la machine, de dessus le châssis, tombent dans une poche en fonte T, où ils s'accumulent. On les fait sortir de cette poche en ouvrant de temps à autre la vanne U; ils tombent alors dans une brouette, ou le waggon destiné à les conduire à la décharge si la distance est longue.

On voit, par ce qui précède, qu'une grande difficulté, celle de l'écoulement continu des schistes, se trouve résolue complétement.

Nous venons de voir comment le schiste est extrait du

charbon et de l'appareil : nous avons à suivre la marche du charbon débarrassé des matières étrangères. Nous avons vu que le charbon pur restait à la surface en raison de sa moindre pesanteur spécifique. Mais l'action du piston du bac qui tient les matières en suspension dans l'eau, tend également à les disposer suivant un plan horizontal : il s'ensuit que celles qui arrivent vers la vanne poussent sans cesse les autres du côté opposé, vers l'ouverture de sortie. Dans le trajet qu'elles ont à parcourir, elles sont soumises à l'action du piston pendant une minute au moins et reçoivent ainsi plus de 100 oscillations, ce qui est suffisant pour opérer le classement par ordre de densité.

Le charbon à laver, en tombant contre la vanne, a quelquefois de la tendance à se former en boules ou paquets qui se divisent lentement et difficilement dans l'eau. Pour prévenir cet inconvénient, il a été établi un agitateur formé d'un arbre horizontal, revêtu de bras nombreux établis perpendiculairement à cet axe : par le mouvement de rotation imprimé à cet arbre, les bras plongent dans l'eau, brassent en quelque sorte la matière, la divisent et la répartissent uniformément.

Le charbon est, en outre, sollicité, mais faiblement, à la sortie du bac, par un léger courant qui s'établit à la surface, au moyen de l'eau de renouvellement de la pompe d'alimentation de l'appareil destiné à remplacer les pertes, et de plus par l'eau de retour des bassins dont on règle l'admission par une disposition dont nous parlerons bientôt. Le trop-plein dans l'auge du releveur étant à un niveau supérieur au déversoir du charbon du bac dans cette auge, le charbon est sans cesse immergé complétement, ce qui est utile pour que l'action de séparation des matières par ordre de densité s'effectue avec précision.

Le charbon épuré tombe ainsi du bac dans l'auge du releveur V, où une chaîne sans fin à palettes le puise dans le fond, l'élève au-dessus de la surface de l'eau en le faisant glisser sur le fond incliné, et l'égoutte, par une légère com-

pression, avant de le faire tomber dans le waggon de transport qui doit le porter à sa destination. L'écoulement continu du charbon se trouve ainsi réalisé; mais cette partie du problème offrait moins de difficultés que l'extraction continue du schiste.

L'eau qui a servi à l'épuration dans le bac se rend, par le trop-plein QQ' dans les bassins de dépôt, servant en même temps à la clarification, pour revenir ensuite au travail, de manière à utiliser, autant que possible, la même eau.

Cette eau retient en suspension les parties fines du charbon à l'état de poussière impalpable, et bien que le déversoir de trop-plein soit établi dans l'auge du releveur sur un des côtés à la surface du bassin, elle entraîne encore une proportion sensible de ce charbon pulvérulent, qui atteint avec nos qualités si friables jusqu'à 3 et 4 p. °/ₒ. Cette poussière est assez pure pour qu'on puisse l'utiliser dans la fabrication du coke, si surtout elle était mélangée dans la masse : elle aurait alors l'avantage d'augmenter la solidité et la densité du coke, ce qu'on ne saurait trop apprécier en métallurgie; elle n'altérerait pas sensiblement la qualité; car, en admettant ce qui a lieu ordinairement, une teneur de 3 p. °/ₒ en cendres dans le charbon lavé, cette poussière de nos charbons renferme 7 à 8 p. °/ₒ de cendres, c'est-à-dire une augmentation de teneur de 3 à 4 p. °/ₒ.

Or, comme la proportion de poussière varie de 3 à 4 p. °/ₒ de la masse totale, ce serait donc un accroissement dans la teneur en cendres de 3 à 4 p. °/ₒ sur 3 à 4 p. °/ₒ de poussière mélangée, soit une augmentation de 9 à 16 dix-millièmes, ou environ de 1 à 1 $\frac{1}{2}$ pour mille, différence inappréciable dans la pratique et qui trouverait pour compensation :

1° Une meilleure utilisation des 3 à 4 p. °/ₒ de fin charbon de bonne qualité déposé dans les bassins, dont la valeur est à peine de moitié.

2° Donner de la densité et de la solidité au coke.

3° Éviter les frais de nettoyage des bassins, toujours assez

élevés, opération en tout cas fort incommode dans les établissements, et qu'il faut réduire autant que possible.

4° Enfin, pouvoir peut-être réduire les dimensions des bassins et leur prix d'établissement.

Les eaux du trop-plein du bac, après avoir parcouru un développement de conduit en forme de labyrinthe, se rendent dans les bassins, où elles parcourent encore deux compartiments avant de retourner à l'appareil. Le dépôt des parties les moins fines qui se fait dans le labyrinthe est repris par un ouvrier (l'aide-mécanicien), à mesure qu'il s'accumule et rejeté dans le waggon qui reçoit le charbon épuré. Mais outre que la proportion ainsi recueillie est assez faible, ce schlamm de charbon en pâte se mélange difficilement et ne remplit pas le même effet que s'il était réparti uniformément dans la masse. Le dépôt qui s'est opéré dans les bassins est vidé par des ouvertures à coulisses ménagées dans le fond : la matière boueuse tombe directement dans une brouette : la plus grande partie est vendue pour les usages domestiques des ouvriers.

Les bassins sont divisés en quatre compartiments : lorsque deux sont à peu près pleins, on dirige le courant dans les deux autres, et pendant ce temps, les deux premiers sont mis en état de vidange : on évite ainsi tout arrêt, le nettoyage s'opérant en marche.

Le retour de l'eau clarifiée à l'appareil s'effectue par une disposition nouvelle qui n'a pas été décrite encore par l'auteur. (*Voir* la coupe suivant XY.)

Un tuyau en cuivre *ab*, terminé, à son extrémité *b*, par un évasement conique est garni à cet orifice d'une plaque percée de trous pour retenir les fragments de bois et autres corps étrangers flottant à la surface de l'eau. La partie inférieure du cône renversé, terminée par une partie cylindrique, entre à frottement dans le tuyau *a.b*. On l'établit de manière à ce que la grande base du cône renversé soit à quelques centimètres seulement en contre-bas de la surface de

l'eau, de manière à ne puiser qu'à la superficie, là où elle est le mieux clarifiée.

A la jonction du tuyau *ab* avec le bac, est établie une valve à papillon pour régler l'introduction de l'eau dans le bac. Enfin, à l'orifice dans l'intérieur du bac on a disposé un clapet qui s'ouvre de l'intérieur à l'extérieur.

Il résulte de ces agencements que lorsque le piston du bac s'élève, le clapet s'ouvre et l'eau des bassins est aspirée en quantité d'autant plus grande que la valve à papillon est plus ouverte. Dans le mouvement descendant du piston, le clapet se ferme ; l'eau qui a été aspirée est refoulée au travers de la plaque perforée du châssis, déterminant ainsi un courant ascendant, plus fort que le courant descendant, de toute la différence résultant de l'eau aspirée dans les bassins. L'effet d'aspiration dans les bassins est produit ici par l'action des matières reposant sur la plaque perforée du bac, lesquelles viennent boucher les trous, intercepter, partiellement il est vrai, mais cependant d'une manière très-sensible, le passage de l'eau en faisant l'office d'une multitude de petites soupapes.

L'aspiration est rendue d'autant moins sensible dans le bac et sur les matières reposant au-dessus du châssis, que l'ouverture laissée par la valve à papillon est plus considérable, ou, en d'autres termes, que la quantité d'eau arrivant des bassins est plus grande; mais aussi alors le courant d'entraînement ascensionnel s'accroît dans les mêmes proportions. La valve règle cette action de manière à varier d'après la nature des charbons.

Le schiste fin mélangé d'une petite proportion de charbon argileux aspiré dans le bac est extrait par une vanne à coulisse placée à la partie inférieure de celui-ci; ce dépôt boueux, sans valeur, tombe de lui-même dans un égout : on ferme rapidement la vanne aussitôt que l'eau arrive. Cette extraction se fait en marche sans gêner le travail.

Lorsqu'on a vidé entièrement le bac, soit par un nettoyage général ou pour une réparation intérieure et qu'on veut le

remplir rapidement, sans faire usage de la pompe d'alimentation de l'appareil, qui nécessiterait près d'une demi-heure, on ouvre alors la vanne du bassin supérieur, lequel est entretenu par la petite pompe alimentaire, sans emploi à la société de l'Espérance, puisque la vapeur est prise aux générateurs voisins de la machine d'extraction, toute l'eau de ce bassin se précipite en peu de minutes pour remplir le bac.

Tels sont les agencements qui ont été appliqués aux usines de l'Espérance, par les soins de la société Bérard et Levainville.

Cependant, par une considération toute commerciale, cette organisation a dû être modifiée après quelques mois de marche. La petite gailleterie ayant trouvé un écoulement facile, on a dû arrêter le broyage pour recueillir directement ce produit et le livrer au commerce.

A cet effet, le charbon arrivant de la fosse voisine, de Fanny, dont la recette est à 3 mètres au-dessus du sol de l'appareil, est versé sur une grille à doubles mailles, les plus serrées ayant 25 millimètres d'ouverture. On obtient ainsi trois divisions en grosseur, et le plus fin est seul livré à l'appareil.

Comme ce charbon présente quelques difficultés de lavage et que la société de l'Espérance tient à une extrême pureté pour ses expéditions au loin et les cokes de chemin de fer, qui ne doivent pas dépasser 6 p. °/₀ de cendres, on a pensé qu'en travaillant moins on obtiendrait une pureté plus grande : ainsi au lieu de fournir à l'appareil la quantité normale de 80 tonnes en dix heures de travail, on a réduit la livraison à 60 tonnes : la différence dans la pureté du produit a été à peine sensible, parce que, sans doute, la vitesse de la machine a été ralentie dans la même proportion : il eût fallu probablement maintenir la vitesse normale de 100 tours à la machine et réduire la charge des godets pour arriver à 60 tonnes seulement : alors la même quantité serait soumise à un travail plus énergique.

Voici dans les deux cas les conditions économiques de marche de l'appareil.

Nous examinerons d'abord la marche normale de l'appareil complet avec broyage. Le service exige :

Un mécanicien qui conduit l'appareil et l'entretient, payé à 3 fr. par jour. . . . . fr. 3,00

Un aide chargé plus spécialement du nettoyage des labyrinthes, payé à. . . . . fr. 1,50

Total de la main-d'œuvre par jour. . . fr. 4,50

Le graissage, l'entretien de la machine, qui n'a exigé ici aucune réparation, a coûté, dans le mois de novembre, fr. 72,02, soit par jour de travail, fr. 2,77.

La conduite du charbon lavé aux fours à coke, pas plus que la livraison du charbon à l'appareil ne nous paraissent devoir être portées en compte de l'opération de lavage.

Mais nous avons à ajouter l'intérêt du capital engagé et l'amortissement de ce capital. Nous admettons 10 p. °/₀ de la dépense totale, le coût de l'appareil proprement dit, comprenant le bac avec sa machine à vapeur, l'élévateur, le broyeur, ainsi que le droit de brevet, est de. . . . . . fr. 22,000

Ajoutons les frais de transport, la valeur des bassins, conduites d'eau, le hangar couvert en zinc, les courroies et sans comprendre les voies de fer, nous avons une dépense pour ce chapitre de . . . . fr. 10,000

Total des frais d'achat et d'installation . . fr. 32,000

dont l'intérêt à 10 p. °/₀ est de 3,200 francs. Divisons cette somme par le nombre de jours de travail, soit 300 jours, nous avons comme dépense journalière . . . . . fr. 10,66

La vapeur est fournie aux établissements de l'Espérance par les générateurs de la machine voisine du puits d'extraction, lesquels sont chauffés avec les flammes perdues des fours à coke; les frais sont donc à peu près nuls et nous ne les indiquons que pour le cas où l'on devrait produire la vapeur nécessaire à la petite machine de 4 $\frac{1}{2}$ chevaux de

l'appareil, ce qui est toujours peu important dans les houillères, 8 fr.

Nous avons donc pour total des frais, par jour, fr. 17,93.

Pour rapporter la dépense à la tonne de charbon livré à l'appareil, nous devons déterminer le travail effectué.

Dans le mois d'août 1859 on a fourni à l'appareil 2,106 tonnes et on a travaillé vingt-six jours : c'est donc une moyenne de 81 tonnes par jour.

D'après cela, la dépense par tonne est de $\frac{17.93}{81}$ = fr. 0,221.

Les produits obtenus par l'opération du lavage se décomposent comme suit, en rapportant le tout à 100 tonnes de charbon brut livrées à l'appareil. La moyenne de la teneur en cendres de nos charbons bruts de la fosse de Bainchamps a été de 12 p. °/₀; le charbon criblé ne donne que 10.5 p. °/₀ de cendres. Nous avons obtenu 87.5 de charbon lavé contenant 4.1 p. °/₀. Ces schistes sont d'une pureté remarquable, sans mélange de charbon visible à l'œil, lorsque l'ouvrier a soin de ne pas laisser la poche s'engorger, et d'évacuer ensuite trop rapidement.

Le dépôt qui se forme dans l'intérieur du bac est à très-peu près de 2.7 p. °/₀ : il est composé de 60 à 70 p. °/₀ environ de schistes fins mélangés de pyrites très-fines, et 30 à 40 p. °/₀ de charbon fin aspiré : cette proportion de charbon serait moindre avec des houilles plus impures que celles de l'Espérance.

Ce produit est incombustible et sans emploi; il est rejeté.

Il y a donc là une perte réelle en charbon de 1 p. °/₀ à peu près, c'est la seule partie de charbon qu'on ne puisse recueillir. La poussière de charbon en suspension dans l'eau et entraînée vers les bassins, s'élève de 3 $\frac{1}{2}$ à 4 p. °/₀, sur lesquels 1 à 1 $\frac{1}{2}$ p. °/₀ sont retenus dans le labyrinthe, enlevés par l'aide et mélangés avec plus ou moins de soin dans les waggons de charbon lavé. Ce produit, ainsi que le dépôt des premiers bassins contient 7.6 p. °/₀ de cendres : son mélange

au charbon lavé n'altérerait pas sensiblement la pureté de celui-ci, ainsi que nous l'avons vu, et il serait à désirer que les dispositions de l'appareil permissent ce mélange intime.

Nous pouvons actuellement déterminer ce qu'il en coûte à l'exploitant pour exécuter l'opération du lavage et livrer à l'industrie des produits plus purs.

Nous avons vu que les frais de l'opération s'élevaient à. . . . . fr. 0,221

Nous devons ajouter la valeur des déchets. La tonne de charbon menu étant estimée à 13 francs, nous avons d'une part :

5,8 p. °/₀ de schistes proprement dits.
2,7 p. °/₀ de dépôts boueux et schisteux.
8,5 p. °/₀ total de la perte à 13 fr. les 1000 kil., valeur. . . . . fr. 1,105

Nous avons, en outre, 3 ½ à 4 p. °/₀ de dépôt charbonneux, dont on retire 1 à 1 ½ p. °/₀, reste dans les bassins 2 ½ °/₀ de charbon dont la valeur, après déduction des frais pour le recueillir, n'est plus que de 4 fr. la tonne; valeur en perte 9 fr. par tonne et pour 2 ½ p. °/₀ 0,225

Ajoutons, en outre, les frais pour conduire les résidus à la décharge, soit, approximativement . . 0,065

Total. . . . 1,616

Jetons un coup d'œil approximatif sur les avantages que l'industrie peut retirer de l'opération du lavage. Si on avait fait du coke avec le charbon brut contenant 12 p. °/₀ de cendres, le produit obtenu aurait renfermé à très-peu près 18 p. °/₀ de cendres.

Le coke que nous fabriquons avec nos charbons lavés à 4,1 p. °/₀ de cendre, renferme 6 p. °/₀ approximativement : différence de teneur en cendre entre les deux espèces de coke, 12 p. °/₀.

Or, dans le bassin de Liége le coke ayant une valeur de 24 fr. la tonne, c'est donc, d'une part 12 p. °/₀ de 24 fr., soit 2 fr. 88 de plus-value que doit avoir le coke lavé sur le coke non lavé; d'autre part, ces 12 p. °/₀ de cendre mis dans les foyers ou aux hauts fourneaux, exigent encore une partie environ de combustible contre une partie de matières non combustibles pour élever celles-ci à la température du foyer ou de la fusion : ce serait donc, en outre, 2,88 d'augmentation de valeur à ajouter au coke lavé, soit en tout 5,76, dont profite le consommateur, tandis qu'en réalité l'accroissement de dépense pour obtenir le coke lavé n'est que de 1,61+0,80=2,41.

On voit que l'avantage se traduit par une valeur de fr. 3,25 par tonne de coke, en employant du coke provenant de charbon lavé au lieu de coke non lavé.

Cet avantage s'accroît rapidement lorsque le coke doit être transporté à de grandes distances; car il augmente alors de la double valeur des prix du transport des matières étrangères enlevées. Cet avantage est d'autant plus grand, en outre, que le charbon est plus impur.

Nous n'avons tenu compte jusqu'ici que de l'influence exercée par les substances étrangères mélangées à la houille considérées comme inertes; mais il n'en est point ainsi, et leur rôle est presque toujours très-nuisible. Le sulfure de fer, notamment, contenu en proportion souvent considérable dans les charbons minéraux, produit les plus fâcheux résultats dans la métallurgie du fer : c'est un fait tellement évident qu'il n'est plus nécessaire d'insister pour en démontrer l'exactitude. Or, le lavage a pour effet de débarrasser la houille de la presque totalité du sulfure de fer qu'elle peut contenir : à ce point de vue, donc, cette opération est reconnue de plus en plus indispensable en métallurgie.

Nous avons dit que, par des considérations particulières, on avait suspendu, à la société de l'Espérance, le broyage de la gailleterie dont l'écoulement commercial

se faisait bien, en ne livrant à l'appareil que des charbons criblés fins.

Pour laver ces charbons, on a cru utile de réduire le travail normal de l'appareil de 80 à 60 tonnes, en ralentissant, dans le même rapport, la vitesse de la machine.

Nous allons examiner les modifications qui sont résultées de ce changement dans le travail.

Le charbon tout-venant du puits Fanny, contenant le gailleteux, donne à l'incinération une teneur en cendre de 15 °/₀.

Ce même charbon, après un criblage au travers d'une grille inclinée de 30 à 35 °/₀ et de 25 à 30 millimètres d'ouverture des mailles, qui rejette la gailleterie pour le commerce, et ne contenant que le menu propre au lavage, ne renferme plus que 12 °/₀.

Le charbon lavé contenait 5 °/₀ de cendre lorsqu'on broyait la gailleterie et qu'on travaillait 80 tonnes en 10 heures de travail : il ne contient plus que 4 °/₀ de cendre après l'enlèvement de la gailleterie par un criblage préalable, et en ne lavant que 60 tonnes : en lavant 80 tonnes de ce même menu, la teneur en cendre a été de 4,4 p. °/₀ seulement.

Avec le travail de 60 tonnes de menu criblé, on a obtenu 3,1 p. °/₀ de dépôt schisteux fin dans le bac, lequel contenait 25 p. °/₀ de charbon. Le dépôt dans les bassins s'est élevé à 41 p. °/₀ de charbon contenant 8,5 de cendre.

Il serait facile, d'après ces données, d'établir le prix de revient de l'opération, qui s'accroît, dans ce cas, de 20 p. °/₀ environ; mais on y trouve la compensation d'un travail un peu plus parfait comme pureté de produit.

Une question se présente ici : cette plus grande pureté de charbon obtenue, est-elle le résultat du ralentissement du travail ou de l'élimination préalable de la gailleterie dans laquelle se trouve la plus forte proportion de charbon dur, désigné aussi sous le nom de *cru*, mélange intime de schiste et de charbon renfermant 20 à 25 p. °/₀ de cendre. Je serais fort disposé, en ce qui me concerne, à l'attribuer à cette

dernière cause, ce qui n'a pu être vérifié encore par une expérience d'une assez longue durée.

Antérieurement à l'établissement aux usines de l'Espérance de l'appareil Bérard, on y faisait usage, depuis 1852, comme dans la plupart des établissements de la Belgique, des bacs à pistons à bras. Cet instrument est aujourd'hui trop connu et il a été décrit trop souvent pour qu'il soit utile d'entrer à cet égard dans de longs détails.

Les dimensions de la grille avaient $1^m,20$ de longueur sur $1^m,20$ de largeur : le piston plongeur. $1^m,20$ de longueur sur $0^m,60$ de largeur. Le mouvement était donné au piston du bac par une brimballe terminée à son extrémité en forme d'étrier. L'ouvrier passait le pied dans cet étrier et agitait ainsi le balancier en imprimant au piston le mouvement de va-et-vient nécessaire. La grille était formée d'un treillis en cuivre à mailles assez serrées, reposant sur un cadre en bois. A $0^m,12$ au dessus de cette grille était fixée une autre grille en fer à barreaux, placés dans le sens longitudinal du bac, et destinée à arrêter le mouvement de la pelle, lorsqu'on extrait le charbon, en évitant d'arriver jusqu'à la région des schistes. Contre la cloison de séparation du compartiment où est le charbon, d'avec celui où se meut le piston, on avait établi une trémie dans laquelle l'ouvrier versait le charbon à laver : une ouverture, à la partie inférieure, ne laissait écouler que la quantité pouvant être lavée convenablement.

L'agitation étant donnée sans arrêt au piston, un ouvrier retirait sur l'avant du bac, d'une manière à peu près continue, le charbon de la surface. L'opération n'était suspendue que pour l'enlèvement des schistes et pour vider le dépôt de l'intérieur du bac.

Lorsque la couche de schiste était arrivée près de la grille supérieure à barreaux très-espacés, on arrêtait le travail : tout le charbon était d'abord extrait, puis on arrivait à une couche intermédiaire, mélangée de schiste et de charbon, qu'on mettait à part pour être rechargée à nouveau dans le

bac : on enlevait la grille supérieure, ce qui permettait alors d'extraire le schiste à la pelle.

La vidange de l'intérieur du bac se faisait au moyen d'une porte ménagée à la partie inférieure du bac. Le dépôt de l'intérieur était toujours considérable et mélangé d'une forte proportion de charbon fin aspiré en grande quantité au commencement de chaque opération, avant que la couche de schiste ne soit formée.

Le travail, ainsi qu'on le voit, avait été rendu aussi continu que possible.

Comme dans toutes les opérations de lavage par le bac à piston, la main-d'œuvre est considérable, et la perfection du travail dépend essentiellement du soin, de l'attention et de l'intelligence apportés par l'ouvrier; il faut une surveillance active, qu'il n'est pas toujours facile d'obtenir lorsqu'on travaille sur une vaste échelle.

Le lavage au bac à piston se faisait à forfait : on payait à l'ouvrier environ 80 centimes par tonne pour tous frais de main-d'œuvre, ci. . . . . fr. 0,80

Entretien et amortissement du matériel, approximativement 0,10

Total par tonne . . 0,90

Les produits du lavage au bac à piston se divisent comme suit :

Les charbons bruts criblés livrés au lavage étaient toujours pris parmi ceux que l'on peut considérer comme moyennement impurs : leur teneur en cendre variait de 10 à 11 p. °/₀.

Le charbon lavé contenait assez ordinairement 4.3 à 4.8 p. °/₀ de cendre et les cokes fabriqués variaient de 6.5 à 7 p. °/₀. La moyenne de la quantité obtenue a été de 84.5 p. °/₀ prise sur une durée de travail de 26 jours.

Le déchet en schiste a été de 7.2 p. °/₀ contenant environ 20 à 25 p. °/₀ de charbon.

Le dépôt dans l'intérieur des bacs, toujours assez difficile

à constater, peut être estimé à 8 p. °/₀: ces matières boueuses renferment environ 60 à 65 p. °/₀ de charbon : elles sont combustibles, mais d'un assez mauvais usage; elles sont vendues à bas prix, et après déduction des frais de manipulation, on ne peut l'estimer au-delà de 2 fr. 50 à 3 fr. la tonne.

La légère différence des produits avec le poids du charbon livré, constitue les pertes inévitables dans toutes les opérations.

Les frais supportés par l'exploitant sont donc dans ce cas :

Lavage proprement dit. . . . . fr.	0,90
Déchets en schistes charbonneux, 7.2 p. °/₀ à 13 fr. la tonne	0,936
Moins-value des boues sur 8 p. °/₀ à 10 fr., ci. .	0,800
Transport des résidus à la décharge	0,064
Total . . . . . . fr.	2,700
Nous avons vu que les frais par l'appareil étaient de	1,600
Différence par tonne de charbon en faveur de l'appareil, ci . . . . fr.	1,100

Nous devons ajouter que dans certains cas où cela est nécessaire, l'appareil broie le charbon sans augmentation de dépense, ce qu'on ne peut faire avec les bacs ordinaires; qu'en outre dans les calculs précédents, nous n'avons pu tenir compte de la différence de teneur en cendre dans les charbons bruts : celui livré à l'appareil contenant de la gailleterie renfermait 1 à 1 ½ p. °/₀ en plus que le charbon criblé fourni aux bacs, ce qui a augmenté le déchet de 1 ½ à 2 p. °/₀, tout en offrant plus de difficulté au lavage.

Les résultats qui précèdent ne sont cependant pas tout-à-fait conformes à ceux indiqués par quelques membres de la société de l'Industrie minérale, établie à St-Étienne, institués en commission pour l'examen de cette question. On sait combien sont variables les résultats du lavage, suivant la nature des charbons, et à moins d'opérer pendant longtemps sur des charbons complétement identiques, il nous semble difficile

de pouvoir établir des comparaisons avec quelque certitude.

Nous avons eu également occasion de lire quelques lignes écrites par M. Hartman, de Leipzig, sur les appareils Bérard et Meynier. Ce qu'il dit des deux systèmes nous prouve qu'il a été mal renseigné. Il nous a été facile de voir de près les deux appareils et nous avons dû reconnaître, après un examen sérieux des conditions de marche, la supériorité de l'appareil Bérard, malgré une différence de prix assez notable.

Lorsqu'on considère le bac à piston à bras, tout primitif, et qu'on le compare avec l'appareil Bérard, on est frappé du chemin qui a été parcouru dans la voie du progrès.

Au lieu d'un instrument fort incomplet, où le principe seul de la séparation des matières par ordre de densité se trouvait mis en pratique par des moyens manuels et intermittents, nous voyons aujourd'hui une machine faisant elle-même les séparations des substances d'une manière continue, sans arrêt, avec une grande économie de main-d'œuvre, et une perfection de travail très-satisfaisante.

RAPPORT

ADRESSÉ A M. LE MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS PAR LA COMMISSION INSTITUÉE POUR APPRÉCIER LES RÉSULTATS DE L'ESSAI ORDONNÉ PAR L'ARRÊTÉ ROYAL DU 21 MARS 1859 A L'USINE A ZINC DE SAINT-LÉONARD, A LIÉGE (1).

Monsieur le Ministre,

La commission instituée par votre arrêté du 5 novembre 1859, pour apprécier les résultats de l'essai ordonné par l'arrêté royal du 21 mars 1859, à l'usine à zinc de St-Léonard, à Liége, sur le four proposé par la société de la Vieille-Mon-

(1) Cette commission était composée comme suit :
MM. Eug. Bidaut, ingénieur en chef des mines, secrétaire général du département des travaux publics, *président*.
Armand Collet, doyen de la députation permanente du conseil provincial de Liége;
Neuville, bourgmestre de la ville de Liége;
Chandelon, professeur ordinaire de chimie industrielle à l'université de Liége, membre de l'académie royale de médecine et de la commission médicale de Liége;
Davreux, pharmacien, professeur de chimie à l'école industrielle de Liége, membre de l'académie royale de médecine et de la commission médicale de Liége;
Dieudonné, docteur en médecine, membre honoraire de l'académie royale de médecine, membre du conseil supérieur d'hygiène, à Bruxelles;
Depaire, pharmacien, membre du conseil supérieur d'hygiène, à Bruxelles.
La commission s'était adjoint comme *secrétaire*, avec l'autorisation de M. le ministre, M. l'ingénieur Gillon, répétiteur de métallurgie à l'école des mines de Liége.

tagne et l'appareil de condensation dont il est pourvu, a l'honneur de vous faire connaître les travaux auxquels elle s'est livrée pour remplir la mission que vous lui avez confiée, les résultats qu'elle a obtenus et les conclusions qu'elle croit pouvoir en tirer.

La commission s'est réunie, pour la première fois, le 15 novembre 1859. Usant de la latitude que lui donnait le deuxième paragraphe de l'art. 2 de votre arrêté du 5 novembre 1859, elle a chargé des fonctions de secrétaire M. Gillon, ingénieur civil, répétiteur de métallurgie à l'école des mines de Liége.

Les premières séances ont été consacrées à des visites à l'usine de Saint-Léonard, à l'étude des plans du nouveau système de fours de réduction qu'on y a construit et à l'examen des moyens les plus propres à conduire à une évaluation positive des résultats donnés par ce système, tant au point de vue de la condensation des matières qui se dégagent des fours, qu'au point de vue de la marche industrielle de la fabrication.

A la suite de cet examen, la commission a décidé que l'appareil de condensation serait complétement vidé, que toutes les ouvertures en seraient ensuite fermées et scellées et que le travail des fours nouveaux serait soumis à une surveillance incessante pendant une période de trente jours. La commission s'assurait, par là, la connaissance des conditions dans lesquelles le travail s'accomplissait, ainsi que celle de la quantité de matière condensée par l'appareil dans un temps donné. Il lui restait, pour compléter ses recherches, à déterminer la quantité et la nature de matières que l'appareil ne retient pas. A cette fin, il fut arrêté qu'on cuberait, en prenant pour base des observations anémométriques et manométriques, le volume des fluides élastiques qui passent par l'appareil en un temps déterminé; qu'on aspirerait, dans un appareil à réactifs, muni d'un compteur, un certain volume de ces gaz, dont la densité, nécessaire à connaître pour le calcul des observations manométriques, serait déterminée par une série d'ana-

lyses; que les aspirations auraient une durée de douze heures ou de plusieurs fois douze heures, de manière à comprendre toutes les phases du travail au four; que l'analyse des réactifs ferait connaître la quantité et la nature des matières entraînées par le courant gazeux.

Ce programme ainsi arrêté, les expériences anémométriques, exécutées par MM. Bidaut et Gillon, commencèrent le 1er décembre. Le résultat en fut immédiatement transmis à MM. Chandelon, Davreux et Depaire, spécialement chargés de procéder à l'aspiration et à l'analyse des matières qui sortent de l'appareil de condensation, afin qu'ils pussent prendre des mesures convenables pour leurs opérations.

Pendant que les chimistes s'occupaient des dispositions à donner à l'appareil d'aspiration, on procéda, à l'usine, à l'appropriation des locaux. Un barrage fixe fut établi, dans la galerie de condensation, pour les observations manométriques; un magasin fermé à clef fut mis à la disposition exclusive de la commission, pour contenir les minerais qui seraient traités pendant la période d'expérience aux fours nouveaux, et en même temps, pour comparaison, à un massif de fours ordinaires.

Il fut décidé qu'il serait tenu, pour les deux massifs en expérience, un journal renseignant les quantités de minerai remises au chef de fabrication et employées aux fours, les quantités de charbon de grille et de réductif consommées, le nombre des creusets remplacés, le poids des produits obtenus, ainsi que les incidents qui pourraient survenir dans la fabrication. Des échantillons des minerais, des poussières et des résidus seraient réunis pour être analysés.

L'exécution de ces mesures fut assurée, tant par les soins des membres de la commission que par la surveillance incessante de quatre employés des douanes que le département des finances voulut bien mettre à la disposition de M. le président, et qui, logés à l'usine, agirent, pendant la période d'expérience, sous la direction du secrétaire chargé de tenir le journal et qui prit également logement à l'usine.

La commission se réunit le 21 décembre, pour constater la vidange complète de l'appareil de condensation, apposer les scellés sur les ouvertures qui pouvaient y donner accès et mettre l'appareil sous la surveillance des gardiens.

La première distribution de minerai eut lieu le lendemain 22, pour le service des fours du 23, jour où commença définitivement la période d'expérimentation.

Pendant cette période, on effectua, à diverses époques, des prises de gaz dans la galerie, des observations manométriques propres à mesurer le volume des fluides élastiques qui passent par la cheminée et des aspirations destinées à en recueillir des quantités déterminées.

La durée des expériences, fixée d'abord à trente jours, dut être portée à trente-six jours par suite de l'indisposition de plusieurs membres de la commission, désireux d'assister à la levée des scellés.

La levée des scellés eut lieu le 28 janvier 1860. Les matières condensées dans les différentes parties de l'appareil furent pesées et des échantillons de chacune d'elles furent recueillis.

Les opérations à l'usine étaient terminées ; les travaux du laboratoire commencèrent immédiatement après. Ils eurent pour objet les analyses des liqueurs qui avaient servi de réactifs lors des différentes aspirations, ainsi que celles des gaz de la galerie, des minerais, des poussières et des résidus rassemblés pendant le travail. Ces longues et minutieuses opérations ne purent être terminées qu'à la fin du mois de mai.

La commission, se trouvant enfin en possession de tous les éléments nécessaires à la solution du problème qui lui était posé, se réunit les 2, 22 et 23 juin à l'hôtel-de-ville de Liége, pour en délibérer et arrêter les bases du présent rapport, qui fut définitivement adopté le 23 juin 1860.

PREMIÈRE PARTIE.

IMPORTANCE DE L'USINE ET DESCRIPTION COMPARATIVE DES FOURS.

La halle des fours de l'usine Saint-Léonard renferme sept massifs de quatre fours chacun. L'un de ces massifs était hors feu. Pendant le mois de janvier 1860, il y a eu à feu, par jour, une moyenne de 22,8 foyers, chauffant une moyenne de 1252 creusets. Cinq des massifs, ou vingt fours, sont du système Liégeois ordinaire, un massif est du système nouveau pour lequel la société est brevetée. Les fours de ce dernier système sont dénommés *fours à vent.*

La chambre à creusets ou le laboratoire des fours à vent ne présente pas de différence, dans ses dispositions générales, avec les fours ordinaires de l'usine de Saint-Léonard. La grille horizontale occupe presque toute la largeur de la niche ; au-dessus sont les rangées parallèles des creusets s'appuyant, en arrière, sur une banquette en saillie que présente le mur de fond et, en avant, sur des taques que portent des briques posées de champ ; au centre de la voûte est un carneau qui sert d'issue à la flamme du foyer après qu'elle a agi sur les creusets. La chambre d'élaboration est donc la même que dans les fours du système Liégeois; mais, au contraire, tout est changé quant à la manière dont le comburant est introduit au foyer, quant à la manière aussi dont le courant gazeux est conduit au dehors.

Dans les fours ordinaires, une cheminée détermine le tirage ; l'air appelé pénètre sous la grille par le cendrier et alimente le foyer dont la flamme va lécher les creusets placés immédiatement au-dessus. Les produits de la combustion du charbon, ainsi que toutes les émanations métalliques de la chambre de réduction, se rendent ensemble, par le carneau ou les carneaux de la voûte, à la cheminée, qui les verse dans l'atmosphère, tandis que les émanations de la devanture des

fours se répandent dans la halle, s'y élèvent et gagnent en partie le dehors par des évents ménagés à la toiture.

Dans les fours à vent, planche V, le tirage de la cheminée est remplacé par un courant d'air forcé. A cet effet, le cendrier *cc*, (planche V, fig. 1) est entièrement clos. Toutefois, lorsqu'il est nécessaire de procéder au nettoyage de la grille, on ouvre une porte en fonte *aa*, et l'inclinaison *bb* du fond du cendrier facilite la sortie du mâchefer. Le chargement de la grille se fait par l'ouverture *c'c'*. Un ventilateur *v* (pl. VI, fig. 2) envoie dans le cendrier, sous une pression convenable, le courant d'air qui doit alimenter le foyer. Pour un massif de quatre fours, le ventilateur communique avec une galerie *d* (pl. V, fig. 1), qui traverse la maçonnerie du massif et dans laquelle se trouvent les ouvertures *oo* correspondant chacune avec le cendrier de l'un des quatre fours. Dans cette galerie s'ouvrent également des carneaux *o'o'* qui conduisent l'air à huit bouches *ee* qui dans chaque foyer aboutissent au-dessus du lit de charbon; cette addition de comburant a pour but de brûler le plus complétement possible les matières combustibles qui s'échappent du foyer. De plus, d'autres conduits d'air *ff* (pl. V, fig. 3) partent de la même galerie, s'élèvent le long du four et viennent déboucher en *gg* (pl. V, fig. 2) au-dessus du carneau par lequel la flamme sort de la chambre de réduction, et cela en vue de brûler ce qu'il pourrait y avoir encore de combustible dans cette flamme. Toutes ces conduites sont munies de registres dont la manœuvre permet à l'ouvrier de régler aisément les admissions comme il convient le mieux. Au moyen des carneaux *hh* (pl. V, fig. 1) et de la petite galerie *h'*, le ventilateur peut prendre son air dans la cave *ii* (pl. V, fig. 2) qui se trouve au devant de chaque four et dans laquelle, lors du défournement, on fait tomber les résidus de l'élaboration. Ainsi ces résidus sont refroidis rapidement par le courant d'air froid, tandis que cet air s'échauffe avant de servir à la combustion.

Par ces différents afflux d'air, le charbon de la grille devait

être brûlé d'une manière à peu près complète. Mais les bouches qui s'ouvrent au-dessus du lit de charbon, en brûlant en cet endroit presque tous les produits gazeux combustibles, pouvaient avoir pour effet de produire localement une trop grande quantité de chaleur, tout en diminuant la longueur de la flamme et, par conséquent, la température des rangées supérieures de creusets. Dans le but d'atténuer ce résultat, défavorable à une élaboration uniforme, on a modifié les dimensions de la chambre de réduction adoptée pour les fours ordinaires, de manière à rapprocher du feu les rangées supérieures, tout en gardant le même nombre de creusets à chaque four. Ainsi la voûte du four, qui est en plein-cintre dans les fours anciens, est surbaissée dans les fours à vent; dans ceux-ci la hauteur sous clef est de 2^m,36, dans ceux-là elle est de 2^m,95; par contre, la largeur des fours à vent est de 2^m,50, tandis qu'elle n'est que de 1^m,98 dans les fours anciens. Les creusets dans ces derniers sont en neuf rangées, quatre rangées de six creusets, quatre de sept et une de quatre, total 56 creusets; dans les premiers ils sont disposés en sept rangées seulement, dont quatre rangées de huit creusets, deux de neuf et une de six, total 56. Malgré l'augmentation de largeur du four, la surface de la grille n'a pas été augmentée; elle est de 1^m,40 sur 0^m,40, ou 0^{m2},56 dans les anciens fours; elle est de 1^m,60 sur 0^m,35 ou 0^{m2},56 dans les nouveaux; et la possibilité de cette disposition s'explique par une combustion plus parfaite dans les appareils en expérience ainsi que le prouvera le travail du four renseigné plus loin.

Si l'appareil de réduction a subi les importantes modifications que nous venons de dire, les bases du traitement des minerais sont restées les mêmes. La calamine calcinée, réduite en poudre, mélangée au réductif et chargée dans les creusets, laisse dégager à l'état gazeux, sous l'influence de la chaleur du foyer, le métal qu'elle renferme, et ce métal vient se condenser à l'état liquide dans des tubes en terre qu'on engage dans la gueule des creusets. Le métal liquide est ensuite coulé

en lingots. Mais, puisqu'il faut, pour faire sortir le zinc des combinaisons naturelles où il est engagé, le transformer en vapeur, la faculté de dispersion inhérente à cet état physique ne permettra pas d'empêcher qu'une partie du produit ne soit répandue au dehors des appareils; de là, les fumées zincifères. A moins donc qu'on ne trouve un procédé de fabrication reposant sur des propriétés autres que celles qui sont universellement la base de l'extraction industrielle de ce métal, il faut ou ne plus faire du zinc ou se résigner à faire des fumées de zinc.

Ces fumées, qu'on ne peut éviter de produire et qui, circonstance fâcheuse, se trouvent composées en majeure partie d'une substance si ténue qu'on l'appelait autrefois *nihil album* (un rien blanc) peut-on les retenir dans l'usine? Tel est le problème, assurément difficile, dont la Société de la Vieille-Montagne avait à chercher la solution. Dans cette vue, elle a construit une série d'appareils dans lesquels les émanations des fours sont soumises à des humectations, à un refroidissement continu, à des alternances de vitesse et à des frottements multipliés qui ont pour but de provoquer la condensation de certains gaz et le dépôt des matières solides entraînées.

La planche VI, représente l'ensemble de ce système de condensation.

Description de l'appareil de condensation. — Au-dessus d'un massif de quatre fours à vent, se trouve disposée et suspendue à la charpente de la halle une immense hotte en tôle, en forme d'entonnoir renversé et dont les bords dépassent la partie supérieure du massif, afin de diriger vers l'intérieur les fumées de la devanture des fours, fig. 2. Au dedans de cette hotte, en *gg*, débouchent les carneaux qui conduisent les produits de la combustion des foyers en même temps que les émanations des niches à creusets. Un aspirateur mécanique, dont la disposition va être indiquée, attire vers le haut toutes les fumées du four. Mais ces fumées, en s'engageant dans un espace qui va en se rétrécissant, acquièrent une

accélération de vitesse. Lorsqu'elles sortent ensuite de la hotte en frappant le clapet mobile B, qui sert à régler leur admission, elles pénètrent, en tourbillonnant à droite et à gauche, dans une chambre E de section plus large que l'issue de la hotte ; il en résulte un ralentissement de mouvement qui détermine une partie des matières pondéreuses à se déposer et à se rendre dans les trémies D fixées extérieurement à la hotte et que l'on peut vider au moyen des portes *pp*. Le courant gazeux continue ensuite sa marche dans un couloir en métal E′ servant en même temps de refroidisseur et de récepteur. Ce couloir est muni, dans sa partie au niveau du sol, de portes à glissières *p′p′* qui permettent d'extraire les dépôts qui s'y forment. A la suite se trouve un grand ventilateur aspirateur H, fig. 1, dont la vitesse est réglée de manière à entraîner toutes les fumées. Au sortir de cet aspirateur, les fumées se rendent dans une longue galerie en maçonnerie au commencement de laquelle un jet de vapeur I (pl. VI, fig. 3) qui est la décharge de la machine, les fait tourbillonner. Elles traversent ensuite une série de chicanes LL, formant des barrages composés d'un grand nombre de tubes en poterie de 0m60 de longueur et dont le diamètre diminue à mesure qu'on s'avance, dans le but d'augmenter de plus en plus la surface de frottement.

Le plan de l'appareil de condensation comporte onze barrages ; à l'époque où la commission a opéré, il n'en existait que huit.

Au devant de chaque barrage se trouve un tuyau de distribution d'eau M (pl. VI, fig. 3), placé sur la largeur de la galerie. Ainsi humectées et refroidies sur tout leur parcours par des pluies d'eau ; soumises à des alternances de vitesse, en traversant des passages successivement étroits et larges ; éprouvant en même temps des frottements multipliés sur la grande surface des barrages, les fumées ne peuvent manquer de se débarrasser, dans cette galerie, d'une partie des matières qu'elles entraînaient.

Le reste gagne la cheminée et se répand dans l'atmosphère. L'appareil représenté par la planche VI, est destiné à trois massifs.

Travail des fours.

L'ensemble du travail des fours à vent, exécuté sous le contrôle de la commission, se trouve divisé en deux périodes.

Dans la première qui comprend quinze jours, depuis le 23 décembre jusqu'au 6 janvier inclus, ces fours n'ont chargé que 900 kil. de minerai et les rangées supérieures de creusets gardaient leur charge pendant 24 heures.

Dans la seconde période, dont la durée a été de 21 jours, depuis le 7 janvier jusqu'au 27 du même mois inclusivement, la charge a pu être portée presque constamment à 1,000 kil., et la durée de la réduction pour toutes les rangées a été de 12 heures.

La fabrication par les deux systèmes de fours s'est trouvée alors dans les mêmes conditions. Toutefois, un des fours ordinaires mis en comparaison avec les fours à vent, était nouvellement réparé et recevait une charge de 1,050 kil.

La commission, tout en renseignant les résultats de la période de quinze jours et ceux du travail complet, ne fera porter son appréciation, au point de vue de la fabrication, que sur la période de 21 jours, parce que cette dernière seule montre les systèmes mis en parallèle, dans des conditions de travail semblables.

Le journal de la fabrication a été dressé au moyen des mesures suivantes : chaque matin, on sortait d'un magasin à minerai, dont la clef restait aux mains des surveillants préposés par la commission, la quantité de calamine nécessaire pour faire, le lendemain, le service des fours. Une prise d'essai de ces minerais était faite chaque jour et conservée au magasin; en même temps, on mesurait le charbon de grille et le réductif alloué à chaque four; l'emploi de ces matières était constaté par une surveillance incessante; on tenait note des creusets et des tubes remplacés; enfin chaque

matin un préposé assistait au pesage du zinc et des poussières. Au moyen de ces divers éléments le secrétaire dressait journellement un tableau de la marche des huit fours. Ces tableaux sont annexés aux procès-verbaux sous les numéros 1 à 36.

La composition des calamines est indiquée dans le tableau suivant :

Composition des calamines traitées pendant la période d'expérience.

(La lettre O désigne des calamines en roche et la lettre D des calamines de lavage.)

TABLEAU I.

		O ancienne	O nouvelle.	D.
Oxyde de zinc.	Zinc	21 94	22 78	17 21
	Oxygène	5 39	5 60	4 23
Id. silicaté.	Zinc	29 50	30 50	20 »
	Oxygène	7 25	7 50	4 92
Oxydes de fer et de manganèse		7 16	7 18	11 10
Alumine		1 84	2 72	5 65
Chaux		0 78	0 50	0 56
Magnésie, arsenic		traces.	traces.	traces.
Silice et argile		26	23 10	34 60
Oxyde de cuivre		traces.	traces.	»
Oxyde de plomb		»	»	0 12
Humidité et acide carbonique		0 14	0 12	1 61
		100	100	100

La combinaison des chiffres renfermés dans les tableaux n°s 1 à 36, annexés aux procès-verbaux, nous permet d'établir comme suit l'état de la fabrication dans le système des fours à vent et dans le système des fours Liégeois ordinaires.

Tableau 2.

Première période : Du 23 décembre au 6 janvier inclus (15 jours)

	Résultats généraux.		Par foyer (60 foyers).		Par 1000 kil. traités.		Par 1000 kil. de zinc produit.	
	Fours ordinaires.	Fours à vent.	Fours ordinaires.	Fours à vent.	Fours ordinaires.	Fours à vent.	Fours ordinaires.	Fours à vent.
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Calamine O Moresnet.	42450	42000	707,00	700,00	702,30	777,80	1919,00	2058,00
Calamine D Moresnet.	18000	12000	300,00	200,00	297,70	222,20	814,00	588,00
Charge totale	60450	54000	1007,00	900,00	1000,00	1000,00	2735,00	2646,00
Réductif.	30525	29920	508,00	498,00	504,00	554,00	1375,00	1466,00
Combustible pour le four	84000	73500	1400,00	1225,00	1389,00	1361,00	3798,00	3601,00
Combustible pour la machine.	0	9000	0,00	150,00	0,00	167,00	0,00	441,00
Total du combustible	84000	82500	1400,00	1375,00	1389,00	1528,00	3798,00	4042,00
Creusets (pièces)	166	199	2,76	3,30	2,74	368	7,51	9,75
Tubes (pièces).	360	362	6,00	6,03	5,95	6,70	16,28	17,73
Zinc produit.	20149	18586	335,00	309,00	333,00	344,00	1000,00	1000,00
Poussières	2186	2024	36,40	33,70	36,10	37,40	108,50	108,70

Tableau 8.

Deuxième période : Du 7 janvier au 27 janvier inclus (21 jours).

	RÉSULTATS GÉNÉRAUX.		PAR FOYER (84 FOYERS)		PAR 1000 KIL. TRAITÉS.		PAR 1000 KIL. DE ZINC PRODUIT.	
	Fours ordinaires.	Fours à vent	Fours ordinaires.	Fours à vent.	Fours ordinaires.	Fours à vent.	Fours ordinaires.	Fours à vent.
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Calamine O Moresnet	59750	57900	711,02	689,00	705,80	703,09	1932,22	1940,50
Calamine D Moresnet	24900	24450	296,71	291,07	294,20	296,91	805,23	819,40
Charge totale	84650	82350	1007,73	980,35	1000,00	1000,00	2737,45	2759,90
Réductif	42735	46200	508,75	550,00	504,00	561,00	1381,98	1548,40
Combustible pour le four	117685	102900	1401,00	1225,00	1390,20	1249,50	3805,75	3448,70
Combustible pour la machine	0	11300	0,00	134,00	0,00	137,20	0,00	378,73
Total du combustible	117685	114200	1401,00	1359,00	1390,20	1386,70	3805,75	3827,43
Creusets (pièces)	308	298	3,66	3,54	3,63	3,61	9,96	9,97
Tubes (pièces)	504	504	6,00	6,00	5,95	6,12	16,29	16,89
Zinc produit	27700	27211	329,76	323,94	327,22	330,43	1000,00	1000,00
Poussières	3581	2918	42,63	34,73	42,30	35,43	129,20	107,20

Tableau 4.

Expérience totale : Du 23 décembre au 27 janvier inclus (36 jours).

	Résultats généraux.		Par foyer (144 foyers).		Par 1000 kil. traités		Par 1000 kil. de zinc produit.	
	Fours ordinaires.	Fours à vent	Fours ordinaires.	Fours à vent.	Fours ordinaires.	Fours à vent.	Fours ordinaires.	Fours à vent.
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Calamine O Moresnet	102200	99900	709,5	693,75	704,54	732,67	1926,8	1988,3
Calamine D Moresnet.	42900	36450	297,9	253,12	295,66	267,53	808,8	725,4
Charge totale	145100	136350	1007,4	946,87	1000	1000	2735.6	2713,7
Réductif.	73260	76120	508,7	528.61	504,89	558,26	1381	1514
Combustibles pour le four	201685	176400	1400,6	1225	1389,97	1293,73	3802	3510
Combustibles pour la machine	0	20300	0	140	0	148,88	0	404
Total du combustible	201685	196700	1400,6	1365	1389,97	1442,61	3802	3914
Creusets (pièces)	474	497	3,29	3,45	3,26	4,64	8,93	9,89
Tubes (pièces)	864	866	6	6,01	5,95	6,35	16,28	17,23
Zinc produit	47849	45797	332,28	318,03	329,76	335,87	1000	1000
Poussières	5767	4942	40	34,32	39,74	36,24	120,5	108,7

N. B. Dans le calcul des résultats moyens par 1000 kil. de métal produit, les poussières ont été estimées comme équivalant à 90 p. c. de zinc.

Le tableau suivant fait connaître la richesse des poussières (oxydes), des écumes et des crasses.

TABLEAU 5.

Oxyde n° 4	contient	93.75	p. c. zinc.
Id. 11	»	92.70	»
Écume 3	»	88.41	»
Id. 10	»	78.12	»
Crasse 3	»	81.25	»
Id. 9	»	81.25	»

De la comparaison des chiffres de la seconde période pendant laquelle la charge a été approximativement la même, il résulte :

1° Que, si l'écart entre la teneur et le rendement a été plus fort au four à vent qu'au four ordinaire, la différence entre les deux pertes est insignifiante;

2° Que les dispositions du foyer du four nouveau, afin de brûler plus complétement le combustible, ont réalisé une économie de 357 kil. de charbon de grille à la tonne de zinc; et, qu'en y ajoutant le combustible consommé par la machine des ventilateurs, la dépense totale en combustible est sensiblement la même dans les deux systèmes;

3° Que le rendement du four à vent, eu égard à la grande proportion de réductif employé, en même temps que le chiffre des poussières obtenues, moindres que dans les fours ordinaires, accusent une chaleur un peu moins intense dans le four nouveau que dans les fours anciens;

4° Qu'enfin la destruction des produits réfractaires est la même dans les deux cas, bien que dans le four nouveau il y ait huit creusets sur le feu, tandis que dans les anciens il n'y en a que six.

La commission a unanimement reconnu qu'autour des fours nouveaux l'air de la halle était beaucoup plus pur et

plus frais qu'auprès des fours anciens et que par conséquent la condition du travailleur y était notablement améliorée.

Si on fait le compte des frais relatifs à la production d'une tonne de zinc au moyen des prix relevés dans les livres de la Société de la Vielle-Montagne, on trouve entre les deux systèmes les différences suivantes :

	En faveur du four à vent.	En faveur du four ordinaire.
	Fr.	Fr.
Main-d'œuvre. . . .	4.06	»
Charbon	»	0.65
Produits réfractaires.	0.20	»
Frais communs . . .	»	0.52
Frais sur minerais. .	0.32	»
Minerai.	3.69	»
Oxydes produits. . .	»	9.26
Totaux	8.27	10.43

Différence en faveur des fours ordinaires, 2 fr. 16 c.

En s'en tenant aux résultats de la période de 21 jours et en n'ayant égard qu'aux frais journaliers de la fabrication, le prix de la tonne de zinc produite au four à vent est ainsi de 2 fr. 16 c. plus élevé qu'au four ordinaire, soit une majoration de moins d'un demi pour cent sur le prix de vente du zinc, estimé à environ 55 francs.

Si l'on veut bien remarquer que le procédé ne fait que naître et peut être considéré comme susceptible d'amélioration, que la chaleur perdue y pourrait notamment être utilisée au chauffage des chaudières, on doit admettre que, dans les conditions susénoncées, les frais de production n'ont pas augmenté.

Mais il est d'autres frais qui doivent frapper le prix de

revient du métal au four à vent ; ce sont : l'intérêt du capital absorbé par les constructions, les machines et l'appareil de condensation, ainsi que l'amortissement de ces divers chefs.

Les dépenses pour transformer un massif ancien en fours du système nouveau, comprenant démolition et reconstruction de quatre fours, construction de halles et trémies pour dépôt et condensation, déplacement de la charpente, remaniement de la toiture et combles en fer s'élèvent à 30,000 fr. soit pour trois massifs ou 12 fours 90,000 fr. (1).

Les dépenses communes à un système de trois massifs et comprenant chambres et conduits métalliques pour le refroidissement et le dépôt, chambres de dépôts et cheminée en maçonnerie, ventilateur aspirant, machines, chaudières et ventilateurs soufflants, s'élèvent à 50,000 francs.

Total pour trois massifs. . . . . . . fr.		140,000
— pour un massif		46,666
L'intérêt à 6 p. c. . . . . fr.	2,800	
L'amortissement en 8 ans.	5,833	
Total.	8,633	

En admettant qu'un massif de quatre fours produise annuellement 450 tonnes de zinc, on trouve que la tonne de zinc est grevée, du fait des constructions, de fr. 19 11 c. Mais nous avons vu que les frais de fabrication au four à vent étaient augmentés de fr. 2,16 la tonne; il en résulte une majoration totale, dans le nouveau système, de fr. 21,27 aux 1,000 kil. de zinc, ce qui, d'après les taux ordinaires des divers frais à l'usine qui nous occupe, donne pour la tonne de zinc un prix de revient de fr. 468,95, soit une augmentation d'environ 4 p. c. sur le prix de vente, évalué à 55 fr. les 100 kil.

(1) Il est à remarquer qu'à ce prix les constructions anciennes et, par conséquent, plus ou moins dégradées, se trouveraient remplacées par des constructions neuves.

En présence de ces chiffres, la commission estime que la différence du prix de revient entre l'ancien et le nouveau système n'est pas telle, que l'appareil proposé par la société de la Vieille-Montagne, s'il réalise, ce que nous allons examiner, une condensation convenable, ne puisse être appliqué à l'usine Saint-Léonard, eu égard aux circonstances particulières et toutes spéciales dans lesquelles se trouve cette usine.

Toutefois, la commission croit devoir faire remarquer que les fours à vent étaient neufs, c'est-à-dire dans un état particulièrement favorable à la production et que la pratique seule peut dire quelle sera la campagne moyenne de l'ensemble des nouveaux appareils.

DEUXIÈME PARTIE.

APPRÉCIATION DES EFFETS DU CONDENSEUR.

A l'expiration de la période de travail, la commission s'est occupée de constater la quantité et la nature des matières retenues par l'appareil de condensation ainsi que la quantité et la nature de celles qui s'échappent encore au dehors.

Le poids des poussières recueillies pendant les trente-six jours dans l'appareil a été de 2780^{k},1, savoir :

1° Sur le massif		kil. 1332,0
2° Dans les trémies . . .	247,0 216,8	463,8
3° Au pied du couloir incliné		180,4
4° Depuis ce pied jusqu'à la première chambre . .		566,8
5° 1re chambre.		13,2
A reporter. . .		2556,2

	Report. . .	2556,2
6° 2°	chambre	22,5
7° 3°	id.	38,5
8° 4°	id.	15,5
9° 5°	id.	37,5
10° 6°	id.	34,8
11° 7°	id.	41,0
12°	Le reste de la galerie y compris la base de la cheminée.	34,1
	Kil. . .	2780,1

L'analyse qualitative a démontré dans les poussières la présence de l'eau, de sels solubles dans l'eau, de matières solubles dans l'acide chlorhydrique, de substances volatiles au feu et de composés fixes.

Une série d'expériences ayant pour but de déterminer le rapport dans lequel ces composés étaient réunis, a donné les résultats consignés dans le tableau suivant :

TABLEAU 6.

	1	2	2bis	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Eau	0	0,84	0,48	0,10	3,10	21,80	2,86	3,40	13,60	19,00	21,20	10,57	32,80
Sels solubles dans l'eau	2,10	8,20	4,99	11,72	16,76	18,26	23,70	21,98	12,43	21,79	19,50	25,46	13,39
Composés solub. dans l'acide chlorhyd.	38,65	27,99	27,71	34,78	35,10	17,48	23,22	29,54	23,36	23.14	17,84	23,85	15,11
Charbon et matières volatiles	13,35	30,37	25,37	20,35	14,53	11,76	21,62	14,35	19,06	6,56	11,86	10,32	12 55
Argile, silice et cendres	45,90	32,60	41,45	33,05	30,51	30,70	29,60	30,73	31,55	29,51	29,60	29,80	26,15
	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »

Si, afin de pouvoir comparer la composition des produits recueillis, on ne tient pas compte de l'eau qui n'y est qu'accidentellement, on trouve les données suivantes :

TABLEAU 7.

	1	2	2bis	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sels solubles dans l'eau	2,10	8,27	5,02	11,73	17,29	23,35	23,37	22,85	14,38	26,90	24,75	28,47	19,93
Composés solub. dans l'acide chlorhyd.	38,65	28,22	27,84	34,82	36,23	22,35	23,90	30,50	27,04	28,57	22,64	26 67	22,49
Charbon et matières volatiles.	13,35	30,63	25,49	20,37	14,99	15,04	22,26	14,85	22,06	8,09	15,05	11,54	18,67
Argile, silice et cendres	45,90	32,88	41,65	33,08	31,49	39,26	30,47	31,80	36,52	36,44	37,56	33,32	38,91
	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »

Il résulte de ce tableau que la proportion des sels solubles dans l'eau augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du four. L'exception que l'on remarque au n° 8 tient à ce que les poussières recueillies dans la 4e chambre étaient souillées des débris d'un barrage provisoire en serpillière qui y avait été établi et qui a été détruit par l'action combinée de l'acide sulfureux et de l'air humide et chaud.

Les solutions aqueuses renfermaient :

Acide sulfureux, acide sulfurique, chlore, oxyde de zinc, alumine, chaux, magnésie et oxyde de fer (nos 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12).

Les solutions acides contenaient :

Oxyde de zinc, de plomb, de cuivre, de fer, de manganèse, de cadmium (n° 1), chaux, alumine et magnésie.

Les matières insolubles dans l'eau et l'acide chlorhydrique étaient composées de :

Argile, silice, cendres, charbon et matières pyrogénées, soufre (nos 1, 2, 2 *bis*).

Tous les échantillons de poussières renfermaient des traces d'arsenic et de sels ammoniacaux.

L'analyse quantitative des poussières a fourni les résultats renseignés dans les tableaux suivants :

TABLEAU 8.

Composition des poussières recueillies ramenées à l'unité des poids (l'eau étant comprise).

	1	2	2bis	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Solubles dans l'eau.													
Eau	»	0,840	0,480	0,100	3,100	21,800	2,860	3,400	13,600	19,000	21,200	10,570	32,800
Acide sulfureux	»	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,007	0,027	0,003	0,006	0,006	0,007	0,003
Acide sulfurique	1,030	3,840	2,490	5,370	7,550	8,980	10,890	10,390	5,890	10,840	9,740	12,430	6,830
Chlore	0,050	0,150	0,140	0,600	0,990	0,490	0,560	0,880	0,630	0,560	0,420	0,490	0,100
Oxyde de zinc	0,320	3,790	1,830	5,240	7,740	7,300	10,480	9,970	5,370	8,350	7,860	10,940	4,850
» de fer	»	»	»	0,019	0,030	»	0,040	0,070	»	»	0,030	0,040	0,020
Alumine	0,040	0,030	0,030	0,020	0,020	0,030	0,040	0,040	0,060	0,050	0,070	0,050	0,040
Magnésie	traces.	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces
Chaux	0,580	0,380	0,480	0,380	0,380	1,360	0,680	0,580	0,380	1,940	1,360	1,450	1,450
Oxyde de cuivre	»	»	»	0,008	0,006	0,006	traces	0,008	0,008	0,008	0,009	0,005	traces
» de plomb	»	»	»	2,780	2 700	2,780	2,800	3,900	1,110	2,240	2,220	2,780	278 0
» de fer et de maganèse	8,330	5,340	4,720	4,000	3,680	2,770	2,770	2,500	2,000	2,500	2.000	2,220	4,440
» de cadmium	0,080	traces	traces	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
» de zinc	24,760	17,680	17,680	23,520	22,540	8,060	12,770	18,080	15,150	14,410	9,370	14,410	2,370
Alumine	3,730	4,020	4,040	3,860	5,520	3,490	4,450	4,760	4,600	3,500	3,760	3,840	4,360
Chaux	1,750	0,890	1,170	0,560	0,560	0,330	0,330	0,280	0,440	0,390	0,390	0,560	1,060
Charbon et matières volatiles	13,350	30 370	25,370	20,350	14,530	11,760	21,620	14,350	19,060	6,560	11,860	10,320	12,550
Argile, silice et cendres	45,900	32,600	41,450	33,050	30,510	30,700	29,600	30,730	31,550	29,310	29,600	29,800	26,150
Acide carbonique et perte	0,100	0,067	0,117	0,149	0,141	0,141	0,103	0,035	0,149	0,136	0,105	0,088	0,197
	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »

Tableau 9.

Composition des poussières ramenées à l'unité de poids (l'eau étant déduite).

		1	2	2bis	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Solubles dans l'eau	Acide sulfureux	»	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,007	0,028	0,004	0,007	0,007	0,007	0,004
	Acide sulfurique	1,030	3,872	2,502	3,375	7,791	11,483	11,210	10,755	6,817	13,382	12,360	13,888	10,163
	Chlore	0,050	0,150	0,140	0,600	0,102	0,626	0,576	0,910	0,728	0,691	0,533	0,548	0,148
	Oxyde de zinc	0,320	3,822	1,838	3,245	7,987	9,462	10.788	10,320	6,215	10,308	9,974	12.233	7,217
	» de fer	»	»	»	0,010	0,030	»	0,041	0.072	»	»	0,038	0,044	0,029
	Alumine	0,040	0,030	0,030	0,020	0,021	0,031	0,041	0.041	0,069	0,061	0,088	0,053	0,058
	Magnésie	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces
	Chaux	0,580	0,385	0,482	0,380	0.392	1.739	0,700	0,600	0,439	2,395	1,725	1,621	2,157
Oxyde de cuivre		»	»	»	0,008	0,006	0,007	traces	0.008	0,009	0.009	0.011	0,005	traces
» de plomb		»	»	»	2 782	2,786	3,333	2,882	4,037	1,284	2,765	2.817	3,108	4,137
» de fer et de manganèse		8.330	3,385	4,742	4,004	3,797	3,542	2,851	2,588	2,514	3,086	2,538	2,482	6,607
» de cadmium		0,080	traces	traces	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
» de zinc		24,760	17,829	17,765	23,545	23,261	10,306	13,145	18,716	17,354	17,777	11,889	16,113	3,524
Alumine		3,730	4,054	4,059	3,863	5,696	4,462	4,581	4,927	5,324	4,320	4,771	4,294	6,488
Magnésie		traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces
Chaux		1,730	0,897	1,175	0,560	0,577	0.422	0,339	0,289	0,309	0,481	0,494	0.626	1.577
Charbon et matières volatiles		13,350	30,630	25,490	20,370	14.990	13,040	22,260	14,850	22,060	8,091	13,050	11,340	18,670
Argile, silice et cendres		45,900	32,880	41,650	33,080	31,490	39,260	30,470	31,800	36,520	36,440	37,560	33,320	38,910
Acide carbonique et perte		0,100	0,065	0,124	0,137	1,071	0,362	0,109	0,059	0,174	0,187	0,145	0,116	0,311
		100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »

Ce qui précède démontre que les quantités de poussières recueillies sont formées de :

TABLEAU 10.

	EAU.	SELS solubles dans l'eau.	COMPOSÉS solubles dans l'acide chlorhydrique	CHARBON et matières volatiles.	ARGILE, silice, cendres.
1	»	27,97	514,82	177,82	611,39
2	2,07	20.26	69.14	75,01	80,52
2 bis	1,04	10,82	60,08	55,00	89,86
3	0,18	21,14	62.74	36,71	59,63
4	17,57	94,99	198,95	82,36	172,95
5	2,88	2,41	2,31	1,55	4,05
6	0,64	5,11	5,23	4,86	6,66
7	1,31	8,46	11,37	5,53	11,83
8	2,11	1,93	3,62	2,95	4,89
9	7,15	8,17	8,67	2,46	11,07
10	7,37	6,79	6,21	4,13	10,30
11	4,33	10,44	9,78	4,23	12,22
12	11,28	4,56	5,15	4,20	8,91
	57,91	223,05	958,07	456.81	1084,26

Ces quantités renferment les matières suivantes :

TABLEAU 11.

	EAU.	Solubles dans l'eau.							Insolubles dans l'eau.								
		ACIDE SULFUREUX	ACIDE SULFURIQUE	CHLORE.	OXYDE DE ZINC.	OXYDE DE FER.	ALUMINE.	CHAUX.	OXYDE DE CUIVRE	OXYDE DE PLOMB	OXYDES DE FER ET DE MANGANÈSE	OXYDE DE CADMIUM.	OXYDE DE ZINC.	ALUMINE.	CHAUX	CHARBON, MATIÈRES VOLATILES.	ARGILE, SILICE, CENDRES.
1	»	»	13,720	0,666	4,262	»	0,532	7,725	»	»	110,955	1,065	329,803	49,683	23,043	177,822	611,388
2	2,070	0,007	9,484	0,370	9,361	»	0,074	0,938	»	»	13,189	»	43,669	9,929	2.198	75,010	80,520
2 bis	1,040	0,006	5,398	0,305	3,967	»	0,065	1,040	»	»	10,232	»	38,330	8,758	2.536	55,000	89,860
3	0,180	0,005	9,687	1,082	9,452	0,018	0,036	0,685	0,014	5,015	7,216	»	42,430	6,963	1,010	36,710	59,630
4	17,570	0,017	42,793	5,611	43,870	0,170	0,113	2,153	0,034	15,303	20,858	»	127,76	31,287	3,174	82,360	172,930
5	2,880	»	1,185	0,064	0,963	»	0,004	0,179	»	0,366	0,364	»	1,063	0,460	0,043	1,550	4,050
6	0,640	0,001	2,450	0,126	2,358	0,009	0,009	0,153	»	0,630	0,623	»	2,873	1,001	0,074	4,860	6,660
7	1,310	0,010	4,000	0,338	3,838	0,026	0,015	0,223	0,003	1,501	0,962	»	6,960	1,832	0,107	5,530	11,830
8	2,110	»	0 912	0,097	0,832	»	0,009	0,058	0,001	0,172	0,310	»	2,348	0,713	0,068	2,950	4,890
9	7,130	0,002	4,065	0,210	3,131	»	0,018	0,727	0,003	0,840	0,937	»	5,293	1,312	0,146	2,460	11,070
10	7.370	0,002	3,589	0,146	2,735	0,010	0,024	0,473	0,003	0,772	0,696	»	3,260	1,308	0,135	4,130	10,300
11	4,330	0,002	5,096	0,200	4 485	0,016	0,020	0,594	0,002	1,139	0,910	»	5,908	1,574	0,229	4,230	12,220
12	11,280	0,001	2,329	0,034	1,653	0,006	0,012	0,494	»	0,947	1.514	»	0,808	1,486	0,361	4,200	8,910
Kil.	57,910	0,043	104,508	9,247	90,907	0,255	0,931	15,442	0,060	26,685	168,766	1,065	610,501	116,306	33,124	456,812	1081,258

Ces analyses font voir que les sels solubles dans l'eau sont essentiellement formés de sulfate de zinc.

En présence de ce résultat, la commission s'est demandé s'il ne s'échappe pas de l'appareil de condensation une quantité de sulfate de zinc capable de nuire au voisinage.

Pour résoudre ce problème important, on a aspiré les produits passant par la cheminée dans des vases renfermant des solutions propres à empêcher l'acide sulfureux mêlé d'air atmosphérique de se transformer en acide sulfurique.

Il a été constaté qu'après y avoir fait passer pendant vingt-quatre heures, 42,475 litres de ces produits, elles ne contenaient pas d'acide sulfurique libre ou combiné.

Ce résultat prouve que, si du sulfate de zinc s'échappe par la cheminée terminant l'appareil de condensation, ce ne peut être que dans des proportions incapables d'exercer une action nuisible sur le voisinage.

Mais les matières recueillies dont il vient d'être question ne sont pas les seules qu'arrête l'appareil de condensation.

Les pluies d'eau établies au devant de chaque barrage s'écoulent au dehors en entraînant des matières déposées ou des matières dissoutes et qui s'y trouvent en quantités renseignées au tableau suivant, moyenne de douze analyses. Un litre de ces eaux renferme, après déduction des matières contenues dans l'eau de la pompe :

Acide sulfureux		0 gr. 0074
Acide sulfurique correspondant à acide sulfureux		0 1232
Oxyde de zinc		0 0896
Id. de fer / Id. de manganèse / Alumine		0 0160
Chaux		0 0700
Matières insolubles	silice, argile, fer	0 0440
	charbon	0 0153
		0 gr. 3655

La détermination de la quantité et de la nature des matières qui se dégagent dans l'atmosphère a eu lieu par la combinaison des résultats qu'ont fournis les expériences suivantes :

On a mesuré d'abord le volume des gaz qui passent en vingt-quatre heures par la galerie de condensation. A cet effet on a établi dans cette galerie un barrage en planches présentant à la partie supérieure une section d'écoulement de $3^{m^2},58$. La vitesse moyenne du courant dans cette section a été déterminée au moyen de la vitesse dans un très-grand nombre de points, donnée par l'anémomètre de Combes. Vingt-quatre expériences de cette nature ont eu lieu à différentes heures de la journée; le résultat moyen a fourni une vitesse de $1^m,287$, ce qui donne en une seconde un cube de gaz de $3.58 \times 1.287 = 4^{m^3},61$ et en vingt-quatre heures un cube de $398,304^{m^3}$. Ces gaz étaient à la température moyenne de 50° C.

Ces résultats ont été contrôlés au moyen du manomètre multiplicateur de M. De Vaux. Des ouvertures ont été pratiquées dans le mur en amont et en aval du barrage fixe établi dans la galerie, afin de mettre successivement les deux milieux en communication avec la cloche du manomètre. Un grand nombre d'observations ont été recueillies pendant différents jours aux différentes heures de la journée et la section de la voie d'écoulement du gaz a été plusieurs fois modifiée.

Pour soumettre au calcul les résultats des observations, on a, ainsi que nous l'avons dit, analysé les gaz afin d'en déterminer la densité.

Le résultat de ces analyses est consigné dans le tableau suivant :

Tableau 12.

Composition des gaz recueillis dans la galerie (¹).

	18 janvier.		19 janvier.		20 janvier.		21 janvier.		22 janvier.	
	12 heures matin	7 heures soir.	9 heures matin.	4 heures soir.	8 heures matin.	4 heures soir	8 heures matin	6 heures soir.	8 heures matin	4 heures soir.
Acide carbonique.	2,35	2,10	2,80	2,11	2,76	2 »	2,90	2,14	2,80	2,12
Oxygène.	17,97	18,16	17 »	18,17	17,01	18,21	17 »	17,04	12,46	18 »
Azote	79,68	79.74	80,20	79,72	80,23	79,79	80,10	80,82	84,74	79,88
Acide sulfureux et hydrogène carboné.	traces.	traces.	traces.	traces.	traces.	traces.	traces.	traces.	traces.	traces.
	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »

(¹) On a opéré sur des volumes variant de 160 à 180 centimètres-cubes.

Les moyennes des dépressions obtenues ont indiqué un courant de 386,272^{mc} par vingt-quatre heures.

Cette première donnée étant acquise, on s'est occupé de connaître la composition des fumées. Dans cette vue, on a disposé sur la plate-forme de la galerie de condensation un appareil (pl. VI, fig. 4), composé de 5 grands bocaux en communication entre eux par des tubes en verre de 0^{m},05 de diamètre. Les deux premiers bocaux contenaient de l'eau, le troisième de l'acide nitrique pur, le quatrième de l'acide nitrique étendu et le cinquième de l'eau. Un tube en verre de 0^{m},05 de diamètre partait du premier bocal et pénétrait de 2 mètres environ dans le vide de la cheminée, afin que son orifice occupât approximativement le centre du courant. Le cinquième flacon, d'autre part, était relié par un tube avec un grand compteur à gaz.

Ce grand compteur, mis en mouvement par des poids convenablement réglés, aspirait les fumées de la cheminée, les forçait à traverser les liquides de l'appareil, où elles se dépouillaient des matières solubles dans l'acide et dans l'eau, en même temps que des autres matières que le courant ne pouvait entraîner au delà. On a constaté en effet que le tube abducteur du cinquième flacon au compteur, ne renfermait plus que quelques fuliginosités. Afin de s'assurer de la marche du compteur et de l'exactitude des indications de ses cadrans, les gaz qui en sortaient étaient conduits dans un second compteur qui ainsi contrôlait le premier. Les aspirations eurent lieu par périodes de douze heures consécutives ou de plusieurs fois douze heures, afin de saisir tout ce qui s'échappe pendant la réduction entière; la première aspiration dura quarante-huit heures consécutives, la deuxième et la troisième chacune douze heures. La température moyenne des gaz, à la sortie des compteurs était d'environ 13° C.

Une première expérience a été commencée le 20 janvier, à six heures du matin et terminée le 22, à la même heure.

On a fait passer dans l'appareil, pendant les quarante-huit heures, 62,710 litres de gaz.

Les résultats fournis par l'analyse des liqueurs contenues dans l'appareil sont consignés dans le tableau suivant :

TABLEAU 12.

	FLACONS		TOTAL
	N° 1.	N° 2 à 5.	
	gr.	gr.	gr.
Acide sulfurique	0,6090	5,0560	5,6650
Oxyde de zinc	0,4960	1,6320	2,1280
» de fer » de manganèse Alumine	0,0360	0,1350	0,1710
Oxyde de plomb	0,0008	0,0264	0,0272
Chaux	0,0200	0,1720	0,1920
Magnésie	0,0003	0,0042	0,0045
Silice et argile	0,3460	1,2930	1,6390
Charbon	0,0320	0,1770	0,2090
Produits pyrogénés	0,1000	3,1140	3,2140
Arsenic	traces.	traces.	traces.
	1,6401	11,6096	13,2497

Dans un deuxième essai, dont la durée a été de vingt-quatre heures, on a aspiré 46,530 litres des produits de la cheminée, qui ont fourni à l'analyse :

TABLEAU 14.

	FLACONS		TOTAL.
	N° 1.	N° 2 à 5.	
	gr.	gr.	gr.
Acide sulfurique	0,4875	2,9829	3,4704
Oxyde de zinc	0,3340	0,8940	1,2280
» de fer . . . . » de manganèse. . . . . . Alumine	0,0260	0,0675	0,0935
Oxyde de plomb	traces.	traces.	traces.
Chaux.	0,0840	0,1545	0,2385
Magnésie	traces.	traces.	»
Silice et argile	0,3680	0,7980	1,1660
Charbon	0,1620	1,0110	1,1730
Produits pyrogénés	0,0360	2,0145	2,0505
Arsenic	traces.	traces.	traces.
	1,4975	7,9224	9,4199

L'appareil n'a été démonté qu'après cette deuxième expérience; avant le démontage, il était placé sous scellé. Les matières recueillies dans les tubes et renseignées dans le tableau suivant se rapportent conséquemment aux résultats des expériences que nous venons d'indiquer.

TABLEAU 14.

	TUBES ASPIRATEURS. Matières solides.	TUBES ASPIRATEURS. Eau de lavage.	TUBES abducteurs — Eau de lavage.	TOTAL.
	gr.	gr.	gr.	gr.
Acide sulfurique	0,3480	0,3233	0,0514	0,7227
Oxyde de zinc	0,4210	0,3530	0,0310	0,8050
» de fer } » de manganèse } Alumine }	0,0854	0,0680	0,0240	0,1774
Oxyde de plomb	0,0092	0,0110	0,0010	0,0212
Magnésie	»	»	»	»
Chaux	0,0241	0,0217	0,0220	0,0678
Silice et argile	0,3170	0,3710	0,2080	0,8960
Charbon	0,1110	0,0890	0,2060	0,4060
Produits pyrogénés	0,0216	0,0200	0,0220	0,0636
Eau, acide carbonique	0,1057	»	»	0,1057
Arsenic	traces.	traces.	traces.	traces.
	1,4430	1,2570	0,5654	3,2654

Il est évident que l'acide sulfurique renseigné dans les tableaux qui précèdent existait, dans les produits aspirés, à l'état d'acide sulfureux; il y a donc lieu de le ramener à cet état par le calcul. Les données ainsi obtenues et celles qui

résultent de la combinaison des résultats rapportés dans les trois tableaux qui précèdent fournissent les chiffres suivants, représentant la composition de 109,240 litres de gaz.

TABLEAU 16.

	EXPÉRIENCES des 20, 21 et 22 janvier.	EXPÉRIENCES des 26 et 27 janvier	Matières recueillies dans les tubes.	TOTAL.
	gr.	gr.	gr.	gr.
Acide sulfureux	4,5320	2,7763	0,5781	7,8864
Oxyde de zinc	2,1280	1,2280	0,8050	4,1610
» de fer. / » de manganèse / Alumine	0,1710	0,0935	0,1774	0,4419
Oxyde de plomb	0,0272	traces.	0,0212	0,0484
Chaux	0,1920	0,2385	0,0678	0,4983
Magnésie	0,0045	»	»	0,0045
Silice et argile	1,6300	1,1660	0,8960	3,7010
Charbon	0.2090	1,1730	0,4060	1,7880
Produits pyrogénés	3,2140	2,0505	0,0636	5,3281
Eau et acide carbonique	»	»	0,1057	0,1057
Arsenic	traces.	traces.	traces.	traces.
	12,1167	8,7258	3,1208	23,9633

Tels sont les éléments qu'il a fallu réunir pour apprécier avec certitude l'action de l'appareil de condensation établi à l'usine de Saint-Léonard, car l'aspect seul de ce qui se passe au haut de la large cheminée qui le termine exposerait à une erreur grossière. En effet, nous avons vu que vers la fin de la galerie, les gaz avaient une température moyenne de 50° C; mais ils y sont saturés de vapeur d'eau qui provient des pluies établies au devant de chaque chicane, ainsi que de la décharge de la machine, et cette vapeur en se refroidissant au contact de l'air, forme, au haut de la cheminée, un nuage qu'inconsidérément l'on confondrait avec les fumées qui se dégagent des fours ordinaires. Si l'on cherche quel volume de vapeur d'eau se condense pendant que le courant passe de 50° C. à 13° C. considéré comme température moyenne de l'air, on arrive aux résultats suivants :

1^{m3} d'air saturé,		à 50° C.	renferme	63 gr. 63 d'eau
1^{m3}	id.	à 13° C.	»	11 » 17 »
400,000^{m3} (nomb. rond),		à 50° C.	»	25,452 kilog.
353,000^{m3}	id.	à 13° C.	»	3,943

Il se condense par conséquent en 24 h. 21,509 kilog. d'eau, qui correspondent à 36,565,300 litres de vapeur.

Ainsi, au sortir de la cheminée et en vingt-quatre heures, il se résout en nuage plus de 36 millions de litres de vapeur d'eau.

Il est à remarquer que l'acide sulfureux inscrit dans les tableaux analytiques qui ont été rapportés n'a d'autre origine que le grillage des pyrites qui se trouvent dans la houille.

Le tableau 16, qui donne le résultat combiné de toutes les aspirations de gaz qui ont eu lieu, montre ce que renferment 109,240 litres de ces gaz à la température de 13° C.

Il est aisé de former, au moyen de ces données, un tableau

indiquant ce que contiennent les 398,304^{ms} (1) qui passent, en vingt-quatre heures, dans la galerie, à la température de 50° C.

En effet, ce volume, ramené à 13° C., devient 352,604^{ms}, et cette masse gazeuse renferme :

		Grammes.
Acide sulfureux.		25455 »
Oxyde de zinc	13431,70	
» de fer.		
» de manganèse . . .	1426,44	
Alumine.		
Oxyde de plomb	156,24	28584,24
Chaux.	1608,52	
Magnésie	14,52	
Silice et argile.	11946,82	
Charbon	5773,66	
Produits pyrogénés . .	17199,10	23313,96
Eau et acide carbonique.	341,20	

Pour faciliter la lecture de ces chiffres, on peut écrire le tableau qui précède sous cette forme :

Acide sulfureux.	25^{k},455
Cendres et poussières	28 ,584
Charbon, matières pyrogénées, etc. . .	23 ,313

D'après le tableau 11, les matières condensées, de même nature que les précédentes, se chiffrent ainsi :

(1) Nous avons adopté ce chiffre, qui est le moins favorable aux résultats donnés par l'appareil de condensation, au lieu de prendre une moyenne entre ce chiffre et celui de 386,272^{ms}.

Acide sulfureux et acide sulfurique correspondant en acide sulfureux à	83k,650
Cendres et poussières	2148 ,300
Charbon, produits pyrogénés, etc. . .	456 ,812

Soit, en vingt-quatre heures :

Acide sulfureux	2k,324
Cendres et poussières	59 ,675
Charbon, matières volatiles.	12 ,689

à quoi il faut ajouter la quantité de matières entraînées par l'eau du condenseur.

Le tableau 13 montre qu'un litre de cette eau entraîne :

Acide sulfureux	0 gr.,1300
Cendres et poussières	0 ,2196
Charbon	0 ,0153

et comme la pompe de l'appareil condenseur fournit 130 litres par minute, ou bien 187,200 litres en vingt-quatre heures, dont il convient de déduire 25,452 litres qui s'échappent en vapeur dans le même temps, et en négligeant la décharge de la machine, il en résulte que, de ce chef, il y a de condensé :

Acide sulfureux.	21k,027
Cendres et poussières	35 ,519
Charbon	2 ,475

Ce qui porte le chiffre total des matières condensées à :

Acide sulfureux	23k,351
Matières fixes.	95 ,194
Charbon, etc.	15 ,164

Il résulte de ce qui précède que l'appareil de condensation arrête :

Acide sulfureux 0,47 ou à peu près la moitié;

Cendres et poussières 0,76 ou plus des trois quarts;

Charbon, etc., 0,39 ou plus d'un tiers.

L'analyse qualitative ayant décélé la présence de l'arsenic dans les produits condensés, on a recherché à quelle matière pouvait être imputée la présence de ce corps. Les calamines traitées en ont montré quelques traces à l'appareil de Marsch, mais on en a trouvé également dans les houilles employées comme combustible, dans les pyrites que renferment ces houilles, dans les suies de plusieurs cheminées [1]. Ces traces ne méritent, en aucune manière, d'arrêter l'attention.

CONCLUSIONS.

En présence des résultats exposés ci-dessus, la commission estime :

1° Que l'appareil de condensation, fonctionnant dans les conditions sus-indiquées, fait disparaître en grande partie les inconvénients qu'on reproche aux usines à zinc. Cette amélioration peut être appréciée par la quotité des matières retenues, mentionnée plus haut.

2° Qu'il convient d'engager la société de la Vieille-Montagne à donner suite à son projet de rattacher deux autres massifs de quatre fours au condenseur, en opérant d'une manière successive, c'est-à-dire en ne rattachant le troisième massif, qu'après qu'il aura été constaté que le résultat obtenu, les deux premiers marchant ensemble, est satisfaisant.

Un délai de trois mois pour effectuer cette opération à chacun des massifs pourrait être assigné à cet effet.

3° Que ce n'est qu'après cette épreuve qu'il y aura lieu de décider s'il convient d'appliquer le système nouveau à l'ensemble de l'usine de Saint-Léonard.

Nous avons l'honneur, Monsieur le ministre, d'annexer au

(1) Maison Davreux; Université.

présent rapport, 1° les plans des appareils y mentionnés; 2° les feuillets du journal de fabrication; 3° les procès-verbaux des séances.

La commission croit, Monsieur le ministre, avoir satisfait à la mission dont vous l'avez chargée, et elle vous prie d'agréer l'hommage de sa haute considération.

A l'hôtel-de-ville de Liége, le 23 juin 1860.

Le président,
EUG. BIDAUT.
Le secrétaire,
AUG. GILLON.

Les membres,
J. CHANDELON.
A. COLLET.
C. DAVREUX.
J.-B. DEPAIRE.
Dr DIEUDONNÉ.
J. NEUVILLE (1).

(1) Quoique le rapport ci-dessus soit signé par tous les membres de la commission, il convient de faire remarquer qu'il résulte du procès-verbal de sa dernière séance que M Neuville a cru ne pas pouvoir se rallier aux conclusions de la commission.

MINES. — PROCÉDÉ KIND.

TRAVAUX

EXÉCUTÉS EN BELGIQUE

PAR M. J. CHAUDRON,

INGÉNIEUR AU CORPS DES MINES.

NOTE PRÉLIMINAIRE (¹).

Nous avons publié, sous la date du 14 novembre 1853 (²), un rapport succinct sur le procédé inventé par M. Kind, pour le percement des puits de mines dans les terrains aquifères.

Ce rapport provisoire ne renfermait que quelques renseignements généraux recueillis dans nos visites à Stiring-lez-

(¹) C'est M. Ponson, l'auteur du *Traité d'exploitation de la houille,* qui le premier, en 1850, nous fit connaître les tentatives de M. Kind. — Plus tard, M. l'ingénieur Berchem, par une note publiée dans le *Bulletin du musée de l'Industrie,* t. XX, année 1851, a signalé le résultat des forages à grande section exécutés à Stiring.

(²) *Annales des travaux publics,* t. XII, p. 527.

Forbach (France), où l'on essayait alors ce nouveau mode de travail ; il attira cependant l'attention des hommes compétents sur l'importance du procédé Kind et sur les services immenses qu'il pourrait être appelé à rendre à notre pays.

Des circonstances malheureuses, survenues depuis cette époque, firent abandonner les premiers travaux de l'inventeur.

Une compagnie dite des sondages, composée de MM. Hainguerlot, de Wendel, etc., s'était constituée à Paris, pour l'exploitation du brevet de M. Kind ; cette compagnie avait entrepris successivement l'établissement de deux puits *en niveau*, sur une concession charbonnière qu'elle possédait dans le département de la Moselle (à Stiring); ces travaux n'avaient pas réussi. Une troisième tentative avait été faite sur la concession Belge-Rhénane, dans le bassin de la Ruhr (Westphalie), et, bien qu'elle eut donné des résultats plus satisfaisants que les deux autres, elle fut considérée comme n'ayant point atteint son but. Le nouveau procédé fut dès lors condamné par la plupart des ingénieurs. La compagnie des sondages elle-même renonça à ses expériences, et, confiant à un autre que M. Kind la direction de ses travaux de Stiring, elle se décida à reprendre ses avaleresses par les moyens ordinaires; elle fut dissoute quelque temps après.

Néanmoins, encouragé par la confiance que quelques capitalistes voulurent bien nous accorder, et par le patronage de l'administration générale des ponts et chaussées et des mines, qui nous donna toute facilité pour nous permettre de nous consacrer entièrement aux travaux, nous avons poursuivi, depuis 1854, l'application du procédé Kind en Belgique, et, nous sommes heureux de le dire, nos derniers efforts ont été couronnés d'un plein succès.

Nous devons adresser des remercîments à M. De Vaux, inspecteur général des mines, pour le concours qu'il nous a prêté en toute occasion ; il nous a souvent aidé de ses con-

seils, notamment dans la confection d'un des nouveaux appareils que nous avons employés (la boîte à mousse).

Le premier puits exécuté à Stiring par M. Kind avait 100 mètres de profondeur et 4^{m},25 de diamètre; le forage de ce puits avait bien réussi. Il fut garni d'un cuvelage en bois de bout de 3^{m},50 de diamètre intérieur; les pièces de ce cuvelage avaient 0^{m},25 d'épaisseur à la base et 0^{m},15 dans la partie supérieure du revêtement; elles étaient réunies entre elles comme les douves d'un tonneau et maintenues ensemble, pour la mise en place, par des cercles extérieurs en fer. Un bétonnage de 12 $^{1}/_{2}$ centimètres d'épaisseur avait été fait entre le terrain et le cuvelage, sur toute la hauteur de ce dernier. Lorsqu'on fit l'épuisement de l'eau, après le travail achevé, on dut constater que le puits n'était pas étanche, et, malgré l'établissement d'une forte machine d'épuisement, on ne parvint pas à mettre les eaux à plat. On supposa dès lors que le bétonnage n'avait pas été bien fait. Nous verrons aussi, par la suite, que l'épaisseur des douves était insuffisante.

Le second puits, de 1^{m},65 de diamètre, avait été creusé de la même manière que le premier, et garni d'un cuvelage en bois jusqu'à 200 mètres de profondeur. On parvint dans ce second travail à enlever l'eau du puits jusqu'à la profondeur de 120 mètres; mais un accident, la rupture d'une pièce du cuvelage à ce que l'on suppose, fit remonter subitement les eaux jusqu'à la surface, et il devint alors impossible de les épuiser de nouveau.

Des discussions eurent lieu à l'occasion du résultat de ces deux entreprises, alors surtout qu'il s'agissait de continuer le travail en cours d'exécution en Westphalie. Plusieurs ingénieurs furent consultés par M. Kind et par la société Belge-Rhénane, et ils émirent des avis très-opposés sur la marche à suivre pour vaincre les difficultés en présence desquelles on se trouvait.

Quoi qu'il en soit, les expériences de Stiring permettent,

selon nous, de constater : 1° que l'on ne peut pas compter sur un simple bétonnage derrière le cuvelage pour rendre ce dernier complétement étanche ; 2° que les cuvelages en bois sont tout à fait impropres pour l'application du procédé Kind, car le premier effet de la pression des niveaux, dès qu'on retire l'eau du puits, est de resserrer les douves en bois, de briser la croûte de béton qui se trouve derrière, et de rendre le bétonnage inutile sur toute la hauteur du revêtement. Ce qui le prouve, c'est qu'on a remarqué, lors de l'épuisement de l'eau du second puits dont nous avons parlé ci-dessus, que le cuvelage, qui présentait 1 mètre de diamètre intérieur, s'était resserré de 6 centimètres, c'est-à-dire qu'il n'avait plus que $0^m,98$ quand il fut chargé.

Ajoutons à ces imperfections des cuvelages en bois, la difficulté d'assembler les douves de chaque tronçon d'une manière convenable, et dès lors la possibilité de les voir céder à la poussée sur un point de la voûte, eu égard au peu de différence que présente leur largeur à l'intrados et à l'extrados. C'est là la cause, sans doute, qui a occasionné l'accident du second puits ; l'une des douves aura été en quelque sorte laminée et repoussée vers l'intérieur, ce qui a suffi pour compromettre complétement le travail.

A la troisième entreprise faite par le procédé Kind, en Westphalie, on a paré en partie aux défauts signalés ci-dessus, en garnissant l'intérieur du cuvelage d'un grand nombre de cercles en fer solidement serrés contre les douves, cette modification ne rend pas le travail parfait ; c'est nous qui l'avons conseillée, mais uniquement comme moyen de consolider un cuvelage déjà établi.

Les inconvénients du nouveau procédé, employé dans les conditions que nous venons de faire connaître, nous ont conduit à étudier avec soin la question de l'application des cuvelages en fonte, indiquée déjà par M. Kind lui-même, mais que l'on n'avait pas abordée par suite de quelques difficultés pratiques que cela devait présenter.

Nous avons réussi à mettre en œuvre les cuvelages en fonte; de plus, nous avons adapté à la partie inférieure du revêtement, une *boîte à mousse* qui permet de faire le bétonnage plus compacte, et d'arriver à rendre le cuvelage étanche(1).

Dans ces nouvelles conditions le procédé Kind peut être appliqué, croyons-nous, avec une presque certitude de succès.

Ainsi qu'on pourra en juger par les détails de ce rapport, il présente une simplicité et une rapidité d'exécution qui, outre la grande économie qu'il réalise sur les moyens ordinaires, le feront adopter, sans doute, dans presque tous les cas où il s'agit de traverser des terrains renfermant des *niveaux*.

Une très-grande étendue des terrains compris dans le périmètre de nos bassins houillers, se trouve inexplorée à cause des difficultés qu'y présente l'établissement des puits, et c'est précisément dans les conditions où sont placées ces richesses encore intactes que le procédé Kind est appelé à fonctionner.

Les parties méridionales des concessions charbonnières dites du *Centre* sont dans ce cas : des niveaux d'eau puissants, des terrains difficiles à traverser, les uns, tels que les *rabots*, présentant une grande résistance à l'attaque des outils ordinaires, les autres, tels que les sables boulants, ne pouvant être traversés qu'à *niveau plein*, tels sont les éléments contre lesquels il faut combattre pour y atteindre le terrain houiller.

La société charbonnière de Péronnes, qui s'est décidée la première à entreprendre, en Belgique, l'essai du procédé Kind, possède une concession de mille hectares, qui est recouverte sur toute son étendue de terrains aquifères.

Déjà en 1828, cette société avait tenté d'établir, à grands frais, un siége d'exploitation (puits n° 1, dit Richebé), à peu

(1) Voir la spécification du brevet d'invention de vingt années qui m'a été accordé en Belgique, le 25 juin 1855, pour l'application des cuvelages en fonte dans le percement des puits à niveau plein : composition des cuvelages; boîte à mousse; essai des pièces; moyen de descendre en place les revêtements métalliques d'un poids considérable.

de distance de la chaussée de Bray à Nivelles ; mais après plusieurs tentatives infructueuses, elle dut abandonner ses travaux, par suite de la rencontre de sables boulants qu'il ne fut pas possible de traverser.

En 1853, les propriétaires de Péronnes, sur l'exposé que nous leur fîmes du procédé Kind, n'hésitèrent pas à faire une nouvelle entreprise pour explorer le nord de leur concession.

A l'endroit où fut creusé le nouveau puits dit N° 3, sur la commune de St.-Vaast, l'épaisseur des morts terrains est de 195 mètres, et ils renferment des niveaux d'eau considérables, si l'on en juge par ce qui s'est passé au puits de Falnuée, établi dans le voisinage.

Le puits N° 3 a été creusé au diamètre de 4^{m},25, jusqu'à la profondeur de 98 mètres, et garni d'un cuvelage en fonte de 3^{m},65 de diamètre intérieur.

Il n'est pas douteux pour nous que ce travail, qui était terminé dès le mois d'août 1856, n'ait complétement réussi à tenir l'eau des niveaux supérieurs. Il reste à percer 97 mètres pour atteindre le terrain houiller ; c'est une opération que des motifs financiers ont fait différer jusqu'à ce jour ; mais on ne tardera pas, sans doute, à reprendre bientôt le travail.

Un second puits a été exécuté suivant le procédé Kind et toujours par la Société de Péronnes, près d'un siége d'exploitation ancien dit Ste.-Marie N° 2. Il s'agissait là d'établir un puits d'aérage à travers la couche de marnes aquifères, qui recouvre le terrain houiller sur une épaisseur de 107 mètres.

Ce dernier travail a bien réussi : le cuvelage en fonte dont on a garni les parois du puits est parfaitement étanche, à tous ses joints de même qu'à sa base, et il ne peut plus rester aucun doute maintenant sur la possibilité de passer les niveaux par le procédé Kind.

DESCRIPTION

DU PROCÉDÉ SUIVI

POUR L'EXÉCUTION DES PUITS DE S^t.-VAAST ET DE PÉRONNES (1).

La construction des puits dans les terrains aquifères, comprend deux séries d'opérations bien distinctes : d'abord le percement du puits ; ensuite l'établissement du revêtement imperméable, c'est-à-dire du cuvelage.

Le fonçage des puits, par le procédé Kind, se fait d'une manière analogue à celle qu'on emploie pour faire les petits sondages de recherches ou les puits artésiens : c'est tout simplement l'exécution d'un sondage de grand diamètre, fait avec des machines puissantes et des outils de dimensions extraordinaires.

La belle invention de M. Kind consiste dans la composition et dans la forme de ses outils, et c'est par la grande habileté déployée dans ses premiers travaux qu'il a su inculquer à ses ouvriers sondeurs la hardiesse et le sang-froid par lesquels chacun d'eux se distingue.

Le forage des puits se fait à l'aide d'un instrument appelé *trépan*, que l'on fait agir par percussion, au moyen d'une machine à vapeur ; les roches à traverser sont broyées et réduites en une bouillie épaisse, dont l'extraction se fait au

(1) Bien que les procédés suivis à Saint-Vaast et à Péronnes soient les mêmes, la description donnée dans les trois premiers chapitres de ce mémoire s'applique plus spécialement aux travaux du puits n° 3 (S^t.-Vaast). Nous avons reporté dans le chapitre IV les particularités relatives aux travaux du puits d'aérage dit de Ste Marie (Péronnes).

moyen d'une *cuillère* ou cylindre à soupape, que l'on plonge au fond de l'excavation, et que l'on en retire plus ou moins remplie de débris de roches.

Cette opération du fonçage des puits par forage est des plus élémentaires; mais elle exige cependant une longue pratique dans le maniement des outils, et une grande perfection dans les ajustements de ces derniers; car on est exposé à des accidents de tous les instants, qui peuvent résulter, soit des fausses manœuvres, soit des chocs violents et des résistances nuisibles et incalculables qui sont inhérentes au jeu des appareils.

Nous allons décrire, dans un premier chapitre, les outils de forage (*trépans*), les cuillères à draguer, les tiges d'assemblage, la glissière d'échappement qui s'adapte entre ces tiges et l'outil, et enfin les moteurs qui servent à les mettre en mouvement; nous ferons ensuite connaître les instruments de sauvetage et les particularités relatives à la tour et aux bâtiments de sondage.

Nous exposerons, dans le second chapitre, quelques considérations sur la marche des appareils de sondage, et nous signalerons alors le résultat des travaux du puits de Saint-Vaast.

CHAPITRE 1er.

Appareils et bâtiments de sondage.

---

§ 1er. Trépans.

Le trépan, qui est destiné, comme nous l'avons dit, à agir par son poids sur la roche à percer, doit être, on le conçoit, d'une grande solidité.

Le puits de St.-Vaast, exécuté au diamètre de 4m,25, a été

foré en deux fois, c'est-à-dire que l'on a d'abord fait un trou de sonde de $1^m,37$ de diamètre, au centre du puits qu'il s'agissait d'établir, et que l'on a ensuite élargi ce trou de sonde de manière à lui donner les dimensions indiquées ci-dessus.

Les figures 11, 12, 13, 14 et 15, planche VIII, donnent les projections verticales et horizontales du petit trépan employé au percement du puits préparatoire.

Les figures 6, 7, 8, 9 et 10, planche VII, font voir les dimensions et la composition du grand trépan, qui a servi à la seconde opération, c'est-à-dire à l'élargissement du premier forage.

PETIT TRÉPAN.

Le petit trépan employé à St.-Vaast est en fer battu; il a été fabriqué dans les usines de MM. Derosnes et Cail, à Bruxelles. Cet outil est formé de deux pièces principales : la lame et les bras. La lame porte à sa surface inférieure des trous légèrement coniques, dans lesquels s'ajustent des dents en acier ou en fer aciéré. Ces dents sont serrées contre la lame, par des clavettes entrant à la force; elles sont placées de manière à présenter leur taillant dans le sens de la longueur de la lame. Aux extrémités de cette dernière se trouvent deux têtes, forgées d'une seule pièce avec le corps, et qui portent également des dents placées dans le même sens que les autres; mais elles sont doubles, afin de rendre plus forte à l'attaque, cette partie de l'outil.

C'est par l'élargissement plus ou moins grand de ces dents de tête, que l'on peut, en conservant la même lame de trépan, faire varier le diamètre du puits, en plus ou en moins, de $0^m,12$ à $0^m,15$, ce qui pourrait devenir nécessaire dans le cas où il faudrait tuber l'excavation; c'est ce qui arriverait, par exemple, si les terrains à traverser étaient d'une nature ébouleuse.

La disposition des dents par rapport au milieu de la lon-

gueur de la lame, est chose digne de remarque : elles sont placées de telle façon que, pour chaque révolution du trépan autour de l'axe imaginaire que l'on peut faire passer par le point milieu de la lame, chaque dent parcourt un espace annulaire différent pour chacune d'elles, en sorte que l'ensemble de ces espaces annulaires forme la surface totale du puits foré.

Il suffira de jeter un coup d'œil sur les dessins de l'outil, pour comprendre cette disposition, qui a pour but de faire porter en plein chaque partie du taillant, et d'éviter autant que possible les chocs obliques.

Au-dessus de la lame principale du trépan se trouve une seconde lame, formée de deux pièces boulonnées sur l'arbre de l'outil, et portant deux dents équarrisseuses, qui servent de guide et qui agissent en même temps sur les parois de la roche, comme ciseaux dégrossisseurs, pour rendre les parois plus unies, en enlevant les parties saillantes qui pourraient encore rester après le passage de la lame inférieure.

Enfin au-dessus de cette lame supplémentaire se trouvent deux guides en croix, destinées à maintenir l'outil bien vertical. Ces guides, faites en fer, sont recourbées à leurs extrémités, de manière à former des parties d'arc de cercle rasant les parois du trou de sonde. Ces dernières pièces peuvent glisser au besoin le long de l'arbre tourné qui surmonte les bras du trépan, et s'éloigner ainsi des deux lames.

L'arbre et les bras composant la dernière partie de l'outil sont formés d'une seule pièce, qui s'assemble par enfourchement sur la lame principale, contre laquelle elle est serrée au moyen de clavettes.

GRAND TRÉPAN.

Le grand trépan ne présente guère de différence avec l'outil que nous venons de décrire, que par ses dimensions et son poids considérables.

Eu égard à la difficulté de construction, on a dû le former d'un plus grand nombre de pièces ; il se compose de cinq parties principales : la lame, les trois bras et l'arbre d'assemblage.

La lame est en acier fondu ; elle a 4^m,08 de longueur, 0^m,25 de hauteur et 0^m,13 d'épaisseur ; elle porte à ses extrémités deux têtes qui font corps avec elle, de même que dans le petit trépan. Cette pièce pèse 1,071 kilogrammes ; elle a été fabriquée dans les usines de M. Cruppe à Essen [1].

La lame dont il s'agit, à part ses dimensions, porte des dents disposées d'une manière analogue à celles du petit trépan ; seulement les dents du milieu sont supprimées, puisque le petit puits central percé préalablement les rend inutiles ; il y a quatre dents de tête à chacune des extrémités et cinq dents de chaque côté sur la longueur de la lame, soit en tout dix-huit dents ; chacune d'elles pèse en moyenne quinze kilogrammes.

Les trois bras s'assemblent avec la lame, par enfourchement, au moyen de clavettes, de même que l'arbre s'assemble avec les bras. Ces quatre pièces sont en fer forgé et ont été fabriquées dans les ateliers de M. Dorzée à Boussu ; elles pèsent ensemble 4089 kilogrammes.

Deux fortes pièces en chêne (fig. 8) traversent les trois bras au milieu de leur hauteur, et les serrent solidement au moyen de boulons ; c'est ce qui remplace ici la lame équarrisseuse du petit trépan.

Pour maintenir le grand trépan dans une position verticale, pendant le travail de sondage, il n'est guère possible d'employer des guides fixes placées en croix comme celles employées pour le petit trépan ; en effet, une ouverture de 4^m,25 de diamètre serait alors nécessaire, sur tout le pour-

(1) Cette fabrique est celle qui a livré les beaux produits qui figuraient à l'exposition générale de Paris, en 1855, et qui ont valu à M. Kruppe la grande médaille d'honneur.

tour du puits, pour laisser passer ce grand outil, et c'est ce qui rendrait dangereuses les manœuvres que nécessitent l'entrée et la sortie des appareils de sondage.

Pour parer à cet inconvénient, on a employé des guides mobiles sur l'arbre du trépan et suspendues sur deux cordes partant du plancher de travail, à la surface. Les guides mobiles (fig. 9) consistent en deux fortes pièces de bois, du diamètre du puits (4^m,25) et placées en croix l'une sur l'autre; l'une de ces guides est rigide sur toute sa longueur, l'autre se divise en trois parties, réunies par des charnières, et peut passer, quand les deux bras ou parties mobiles sont dans une position verticale, dans une ouverture de 1^m,50 de largeur. Les deux bras sont relevés au moyen de cordes, dès que le trépan est introduit dans le puits. Deux petits treuils, placés sur le plancher de manœuvre, permettent de laisser descendre ces guides mobiles en même temps que le trépan; elles restent fixes pendant le travail du sondage, et c'est l'arbre du trépan qui joue dans l'anneau central laissé au milieu des pièces de bois; mais afin que l'arbre ne s'use pas par ce jeu continuel, on l'entoure sur toute la hauteur de la partie qui doit frotter, de petites bagues en fer que l'on peut renouveler quand il y a lieu.

Le poids total du grand trépan, avec ses accessoires, est d'environ 7000 kilogrammes.

§ 2. Suite du trépan.

DOUILLE D'ASSEMBLAGE.

L'arbre du trépan est fileté à sa partie supérieure et s'adapte dans une douille en fer forgé, taraudée d'un côté pour recevoir cet arbre, et de l'autre côté, pour se réunir à la glissière, pièce intermédiaire entre le trépan et les tiges de sondage.

Les figures 31 et 33, pl. VIII, représentent cette pièce, qui est assez difficile à fabriquer.

L'un de nos chefs sondeurs nous a proposé de remplacer cette grosse douille par un assemblage à clavettes représenté figures 44 et 45, pl. IX. Nous sommes d'avis que cela serait préférable; car la vis se rouillant à la longue, finit par ne plus jouer, et dès lors elle ne répond plus à son but, c'est-à-dire que le trépan et la pièce suivante se calent l'une sur l'autre, et ne peuvent plus se séparer, ce qui est très-gênant pour les réparations à y faire.

GLISSIÈRE.

La glissière, figures 30, 31, 32 et 33, forme l'une des parties essentielles de l'appareil de sondage; c'est en effet le jeu de cette pièce qui permet de soulever le trépan, par l'effort de traction que l'on exerce sur les tiges de suspension, et de le laisser ensuite retomber, sans que ces tiges reçoivent le contre-coup de l'énorme choc produit par la chute de l'outil. Sans la glissière, il serait pour ainsi dire impossible de donner le moindre coup de trépan sur un terrain dur, sans briser les tiges de sondage; car celles-ci auraient à supporter des vibrations auxquelles elles ne pourraient évidemment résister, ce dont on se convaincra facilement lorsque nous aurons fait connaître la légèreté et le mode d'assemblage des tiges.

M. Kind a employé avec avantage, pour remplacer la glissière, dans les petits sondages, l'instrument dit à *chute libre;* l'outil est alors indépendant de la tige; il est soulevé par cette dernière à la hauteur voulue, puis, par un mouvement de déclic, il s'échappe et retombe seul au fond du trou de sonde.

Le trépan à chute libre a été essayé pour les sondages à grand diamètre, c'est-à-dire les puits; mais il n'a pas eu grand succès, et nous doutons beaucoup, quant à nous, qu'il puisse

avoir ici des avantages sur le trépan à glissière; il présenterait certainement des inconvénients sérieux dans les cas d'accidents, tels que ceux que nous aurons à signaler par la suite.

La glissière est formée de deux parties qui jouent l'une dans l'autre; la première s'adapte au trépan : c'est une masse de fer rectangulaire, terminée inférieurement par une queue filetée qui lui permet de se visser sur la douille d'assemblage, vissée elle-même sur le trépan. Elle porte au milieu une rainure d'environ $0^m,50$ de hauteur, dans laquelle doit se mouvoir le tenon de l'autre partie de la glissière, qui se nomme le mâle. Ce dernier se compose de deux joues plates, réunies à la partie inférieure par le tenon dont il s'agit, et se terminant, en haut, par un bout de tige en fer qui vient se raccorder aux autres tiges de suspension.

Le tenon de la partie mâle de la glissière porte tout le poids du trépan, dans les mouvements ascenisonnels, et l'on doit le renouveler lorsqu'il commence à s'amoindrir. La rainure finit aussi par s'user, c'est-à-dire s'allonger, et il faut alors repasser la pièce à la forge pour la recharger de nouveau fer; c'est pour cela qu'il est nécessaire de pouvoir détacher facilement la glissière du trépan.

TIGES DE SONDAGE (*fig.* 19 et 20, pl. VIII).

Les tiges de sondage sont des pièces de bois de sapin de $0^m,15$ à $0^m,16$ d'équarrissage et de 15 mètres de longueur, portant à leurs extrémités des ferraillements avec vis, à l'un des côtés, et avec douille, à l'autre, ce qui leur permet de s'ajuster bout à bout. Les tiges en bois présentent beaucoup d'avantage sur les tiges en fer : elles offrent une grande rigidité et elles perdent leur poids dans l'eau, de sorte que la force du moteur est presque entièrement utilisée à soule-

ver le *trépan ;* l'élasticité de ces pièces de bois est également une qualité précieuse, qui leur permet de céder momentanément à l'action d'une résistance fortuite, et de reprendre ensuite leur forme primitive. Le fer pourrait se tordre ou se plier, en pareille circonstance, et occasionner bien des embarras.

Lorsqu'on achète les bois destinés aux tiges de sondage, il faut avoir soin de prendre des arbres entiers de l'épaisseur voulue, et non pas des pièces sciées sur quartier ; c'est le seul moyen d'avoir toujours des tiges bien droites et qui ne se gauchissent pas par l'usage.

Il est assez difficile de se procurer des pièces de toute longueur, et leur transport n'est pas commode. On peut au besoin et sans grand inconvénient, composer chaque tige de deux longueurs de 7^{m},50 chacune, assemblées par quatre petites clames. C'est ce que l'on fait aussi pour utiliser les tiges cassées.

Le ferrement de chaque tige porte au-dessous de la vis d'assemblage, un épaulement qui permet de les recevoir, au plancher de manœuvre, au moyen des fourches, fig. 36 et 37, et de les suspendre sur des crochets, fig. 38, qui sont attachés sur un arbre horizontal en fer, placé au sommet de la tour de sondage.

TOURNE-SONDE (*fig.* 21 et 22).

Au-dessus des tiges de sondage vient un étrier en fer qui les réunit à la vis d'allongement ; celle-ci est assemblée à la chaîne de suspension attachée sur le balancier de battage.

Cet étrier, que nous appelons *tourne-sonde,* peut paraître au premier abord d'une importance secondaire ; il exige cependant une grande solidité et une construction soignée ; car c'est lui qui supporte tout le poids de l'appareil de sondage, et qui reçoit le choc le plus violent, lorsque tout cet appareil descend, après chaque pulsation de la machine mo-

trice. Cette pièce a cassé souvent au commencement de nos opérations ; nous avons fini par lui donner des dimensions beaucoup trop fortes en apparence, et c'est alors seulement que nous sommes parvenu à éviter les accidents, ou plutôt les retards provenant de sa rupture.

Il faut aussi veiller tout particulièrement à ce que le tenon d'assemblage qui réunit le tourne-sonde à la vis d'allongement, puisse tourner facilement dans sa mortaise, afin de permettre à l'appareil de sondage de subir facilement les mouvements de rotation.

VIS D'ALLONGEMENT (*fig.* 23 et 24).

La vis d'allongement sert, comme son nom l'indique, à allonger les tiges de suspension du trépan, au fur et à mesure que le forage s'approfondit. Dès que toute la longueur de cette vis a été parcourue, on ajoute à la tige de sondage un bout de rallonge en fer, et l'on remonte la vis ; cette opération se répète un certain nombre de fois, puis on remplace les petites allonges par de plus longues, et enfin, lorsqu'on a descendu de 15 mètres, on remplace toutes ces allonges par une nouvelle tige de sondage en bois.

CHAINE DE SUSPENSION (*fig.* 25 et 26).

La chaîne de suspension, qui est l'intermédiaire entre l'appareil de sondage et le moteur, doit aussi être faite très-solidement ; car elle reçoit des secousses violentes et se casse souvent, malgré tout le soin que l'on peut apporter à sa construction.

§ 3. Appareil moteur du sondage.

Cylindre batteur. — Tout l'appareil de sondage, tel que nous venons de le décrire, est suspendu sur un balancier en

bois, qui est mis en mouvement par une machine à vapeur. (*m*, fig. 1, pl. VII.)

Cette machine, que nous désignons sous le nom de *batteur*, est tout simplement un cylindre à vapeur ouvert par le dessous, et fermé par un couvercle à la partie supérieure; le piston est attelé directement au balancier et agit à simple effet; la vapeur arrive sur le piston par le dessus du cylindre, et produit son action en descendant, pour soulever l'appareil de sondage.

Une grande simplicité est requise dans les organes de cette machine, afin que les réparations en soient promptes et faciles.

On la met en mouvement à la main, afin de pouvoir accélérer ou retarder les coups de piston, et d'augmenter ou de diminuer la hauteur d'ascension de l'outil de forage, selon la dureté ou l'homogénéité de la roche, ou d'après toute autre circonstance qui exige des changements dans la manœuvre.

Pour rendre facile la mise en train de la machine de battage, aussi bien que pour l'arrêter sans difficulté, on y a appliqué deux soupapes de Cornouaille à l'entrée et à la sortie de la vapeur du cylindre, de sorte qu'un très-petit effort de la part du conducteur mécanicien suffit pour diriger tous les mouvements de l'appareil.

L'application de ces soupapes est une innovation faite sur les conseils de M. Colson, ingénieur de la société de Haine-Saint-Pierre; les premières machines de battage qui furent établies par M. Kind, portaient une glissière ordinaire dont la manœuvre était très-difficile.

Il y aurait des inconvénients graves, sans qu'il en résultât grande économie, à tenter l'application d'un mouvement mécanique pour faire marcher les soupapes d'introduction et de sortie de la vapeur; car, ainsi que nous l'avons dit ci-dessus, les mouvements de l'appareil de sondage sont excessivement variables, et il importe que le machiniste ait toujours en main son levier de mouvement, non-seulement afin de pouvoir diriger cette marche irrégulière, mais aussi pour

être capable d'arrêter instantanément la machine en cas d'accident.

La construction du piston métallique du cylindre batteur doit être tout particulièrement soignée, en vue d'éviter le dévissage des écrous qui pressent sur les ressorts; ce dévissage tend constamment à se produire par les vibrations que le piston et tout l'appareil suspendu au balancier reçoivent à chaque pulsation.

La tige de ce piston doit être guidée verticalement par deux poulies en fonte ou en bois, dont l'utilité n'a pas besoin d'être démontrée.

Le cylindre batteur employé à Saint-Vaast, a $0^m,60$ de diamètre; sa course *maximum* est de 1 mètre; le bras du levier du côté de l'appareil de sondage est de $3^m,35$ et celui de la machine de $3^m,67$. Cette dernière est donc capable de soulever une charge d'environ 10,000 kilog., lorsque la pression de vapeur est à 4 atmosphères,

Balancier. — Le balancier (*bb'* fig. 1, pl. VII) qui sert à transmettre le mouvement du cylindre batteur à l'appareil de sondage, est formé de deux longues pièces de bois superposées et présentant, réunies, une section de $0^m,75$ de hauteur sur $0^m,35$ de largeur; elles sont maintenues ensemble par des carcans en fer, placés de distance en distance. La pièce du dessus est en sapin et la pièce du dessous en bois de hêtre, ce qui a pour but de rendre le balancier plus élastique dans la partie supérieure, où, par le fait du mouvement de la machine, les fibres du bois tendent à s'allonger plus que dans la partie inférieure.

Le balancier porte à l'une de ses extrémités une pièce ou arc de cercle, sur laquelle s'enroule la chaîne de suspension de l'appareil; l'autre extrémité est prolongée au delà du point d'attache de la chaîne du piston à vapeur, afin de pouvoir venir frapper contre une pièce de contrecoup dont nous parlerons ci-dessous.

Le balancier est assis sur un axe en fer, qui joue dans deux crapaudines libres, c'est-à-dire qui permettent de soulever le balancier et de le déplacer, ce qui devient nécessaire lorsqu'on doit retirer les outils du puits, soit pour les réparer, soit pour procéder à l'enlèvement des déblais. En effet, la tête du balancier, qui se trouve au centre du puits lorsque l'on travaille au forage, gênerait le passage des tiges de suspension et des outils, lorsqu'on doit les faire sortir; on est donc obligé de reculer le balancier en arrière pour laisser libre l'ouverture du puits.

Cette manœuvre se fait avec facilité : d'une part, on accroche la tête du balancier avec la corde de la machine d'extraction et, d'autre part, on le soulève au moyen d'un petit cabestan établi dans ce but, et qui lui imprime un léger mouvement de recul. La même manœuvre, faite en sens inverse, permet de remettre le balancier à sa place, lorsqu'on veut reprendre le travail de forage.

Pièce de ressort. — Enfin un organe important de l'appareil de battage est la pièce de ressort placée en arrière du cylindre à vapeur (figures 27, 28 et 29, p. VIII). Le balancier est prolongé, ainsi que nous l'avons dit, au delà du point d'attache du piston; son extrémité de ce côté vient passer entre deux brides en fer, qui sont réunies au dessus par un plateau solide contre lequel vient frapper le balancier, lorsque l'appareil de sondage retombe dans le puits, à chaque pulsation du cylindre batteur.

Les deux brides ou tirants en fer sont attachés, par leur partie inférieure, à une ou deux pièces en chêne de 8 à 9 mètres de longueur, qu'on nomme la pièce élastique ou de contre-coup. Cette pièce élastique est enterrée et est, en outre, assujettie à d'autres pièces de bois, placées à 3 ou 4 mètres sous le sol, et recouvertes de terre bien damée.

Le but de toute cette construction est d'amortir instantanément le coup du balancier, ce qui évite le choc du piston à

vapeur contre le couvercle du cylindre, et permet de recommencer aussitôt un nouveau mouvement d'ascension de l'appareil de sondage.

§ 4. Machine-cabestan.

Pour descendre le trépan au fond du puits, comme pour l'en retirer lorsqu'il a fonctionné assez longtemps pour devoir être soumis à des réparations, ou bien pour faire l'extraction des déblais au moyen de la cuillère, on fait usage d'une machine à vapeur rotative que nous appellerons *machine-cabestan;* c'est un cylindre horizontal ordinaire de la force de 20 chevaux, attelé à un système d'engrenages doubles, qui transmettent le mouvement à une bobine, sur laquelle s'enroule le câble qui sert à descendre ou à remonter les outils.

Le diamètre du piston de la machine employée à Saint-Vaast est de 0^m40, sa course de $0^m,70$; les engrenages ont respectivement :

1er pignon $0^m,40$; 1er engrenage $1^m,64$;
2e pignon $0^m,84$; 1er engrenage $2^m,80$;
la bobine a 1 mètre de diamètre *minimum*.

L'effort transmis à la corde d'extraction est d'environ 12,000 kilogr., en admettant une pression de vapeur de 4 atmosphères. La vitesse d'ascension est de $0^m,15$ à $0^m,20$ par seconde, la machine donnant 30 coups de piston par minute. Cette vitesse est très-convenable pour éviter les accidents, lorsqu'on remonte le trépan ; il serait même dangereux de l'augmenter, car l'outil frotte toujours quelque peu contre les parois du puits, et il pourrait rencontrer de petites aspérités qu'il importe de ne pas heurter trop brusquement.

Le service de la *machine-cabestan* n'est pas régulier, en ce sens qu'elle ne travaille que la moitié du temps à charge. En effet, pour retirer l'outil de sondage on attache la corde

d'extraction à l'extrémité de la tige supérieure, et on remonte tout l'appareil de 15 mètres de hauteur; puis on dévisse une tige de suspension; ensuite on redescend la corde à vide, et on remonte de nouveau à 15 mètres de hauteur. Cette opération se répète successivement, jusqu'à ce que l'outil arrive au jour.

La *machine-cabestan* doit donc marcher à vide pour redescendre la corde, chaque fois qu'elle a élevé la charge de 15 mètres.

On pourrait sans doute gagner du temps dans la manœuvre, et parer à cet inconvénient, en plaçant deux câbles; mais alors il faudrait employer certains artifices pour que la conduite restât parfaitement au centre du puits, et cette complication dans les appareils serait une cause d'accidents, qu'il importe tout particulièrement d'éviter dans ce genre de travail.

Afin de rendre l'inconvénient signalé, moins sensible, nous avons fait appliquer sur l'arbre de la bobine un contre-poids, qui descend dans un petit puits de 15 ou 16 mètres de profondeur, toutes les fois que la machine enlève l'appareil de sondage, et qui est relevé lorsqu'elle marche à vide. Ce moyen présente, outre l'économie de vapeur, l'avantage de faciliter la descente de l'appareil, ce qui est souvent plus difficile que de le remonter; car il faut alors une attention très-grande de la part du machiniste, qui doit faire marcher sa machine comme on dit à contre-vapeur.

§ 5. Appareils de draguage.

CUILLÈRE (*fig.* 39, 40 et 41).

La cuillère dont on se sert pour l'extraction des déblais provenant du forage, est un cylindre en tôle ayant 1 mètre de diamètre et 2 mètres de hauteur; il porte un fond avec deux clapets.

La construction spéciale de cet appareil mérite d'être mentionnée : afin d'en faciliter la manœuvre et de permettre de la vider facilement, lorsqu'elle arrive à l'orifice du puits, remplie de la bouillie épaisse qu'elle a ramenée du fond de l'excavation, la cuillère est suspendue par une espèce d'anse de panier, qui est fixée sur un axe en fer passant un peu au-dessus du centre de gravité du cylindre ; il en résulte qu'il suffit d'un léger effort pour lui imprimer un mouvement de bascule et la renverser. Un taquet avec clavettes, fixé sur une seconde anse placée dans un plan perpendiculaire à celui de la première, permet de rendre ce mouvement de bascule impossible, lorsqu'on veut redescendre la cuillère.

C'est à l'aide de la *machine-cabestan* que se fait le curage à la cuillère, soit qu'on se serve des tiges rigides de l'appareil de sondage, ou bien que l'on emploie une corde.

Le curage au moyen des tiges rigides se fait en laissant la dernière tige de suspension attachée au câble de la machine, et en imprimant à ce câble un petit mouvement de va-et-vient, c'est-à-dire de montée et de descente, qui agite la cuillère dans la bouillie et la fait remplir plus ou moins parfaitement.

On peut aussi se servir du cylindre batteur pour faire cette opération, en attachant la dernière tige de suspension au balancier, et en produisant le même mouvement oscillatoire que s'il s'agissait de forer.

Le premier mode d'opération est plus expéditif, mais il n'est pas toujours parfait ; il arrive fréquemment que, dans les terrains dont la bouillie se dépose facilement, ou bien encore dans les roches qui se détachent par éclats, la cuillère ne peut pas se remplir convenablement en la suspendant au câble, tandis que lorsqu'on fait usage du *batteur*, l'opération marche très-bien ; car on peut répéter vivement les oscillations, de façon à produire un léger choc sur la masse liquide, ce qui déplace les corps pesants déposés au fond du puits et les fait sauter par soubresauts dans la cuillère.

Nous avons rêmarqué, dans le cours de nos travaux, qu'il a

été rarement possible de faire un curage complet sans se servir du *batteur*, et c'est pour ce motif que, à plus forte raison, nous avons cru inutile d'essayer le curage à la corde simple, sans tiges rigides, c'est-à-dire le *procédé chinois*, qui présente peut-être dans les petits sondages un très-grand avantage au point de vue de la rapidité d'exécution, mais qui n'est pas sans inconvénient. Pour employer ici ce procédé, il faudrait placer une poulie spéciale au-dessus du puits, et une corde ronde s'enroulant sur une bobine indépendante de celle du câble d'extraction; on serait donc obligé de mettre un embrayage, qui permettrait de transmettre le mouvement de la machine, alternativement au câble plat et à la corde ronde, ce qui ne laisserait pas que d'occasionner des complications dans les manœuvres.

La perte de temps résultant de la descente des tiges rigides n'est pas d'ailleurs aussi considérable qu'on pourrait le croire, et elle est largement compensée par les avantages que cela présente. Nous verrons, en effet, dans les relevés que nous donnerons plus loin, que le nombre d'heures employées au curage, dans les travaux de St.-Vaast, ne dépasse pas 20 p.°/₀, du temps absorbé par le travail utile du forage.

La cuillère ayant 1 mètre de diamètre, telle que nous l'avons décrite ci-dessus, est employée lorsqu'on fait le puits préparatoire, de même que lorsqu'on travaille à l'élargissement; le petit puits est fait précisément en vue de faciliter l'extraction des débris de roches, lors de l'exécution du grand puits.

La capacité de cette cuillère est d'environ 1 $^1/_2$ mètres cubes; en admettant que la bouillie qu'on retire de l'excavation pèse en moyenne 2,500 kilogrammes par mètre cube, le poids utile à extraire pour une cuillère pleine, dépasserait donc 3 à 4,000 kilogrammes, ce qui est déjà considérable. Or la cuillère agit en pompant, et elle doit couvrir, pour produire son effet, une grande partie de la surface du puits que l'on fore; il en résulte que, pour faire directement, c'est-à-dire sans puits préparatoire, le curage d'un trou de sonde de

4^{m}.25 de diamètre, il faudrait employer des cuillères de trois à quatre mètres, ce qui serait peu praticable et exigerait des machines très-puissantes.

Il est des circonstances cependant où le percement du puits préparatoire présenterait des difficultés; par exemple, s'il s'agissait de passer des sables boulants. Il faudrait alors modifier la marche du travail, soit en attaquant directement le percement du grand puits, soit en ayant recours à quelques moyens particuliers, tels que ceux que nous avons indiqués dans la spécification de notre brevet du 25 juin 1855.

DRAGUEUR. (*fig.* 46 et 47, pl. IX).

M. Kind a imaginé encore un appareil spécial pour faire le curage, lorsqu'on procède à l'élargissement du puits préparatoire.

Cet instrument, que nous nommerons le *dragueur,* s'adapte comme la cuillère à soupapes. à l'extrémité de la tige de sondage; il porte à sa partie inférieure un cylindre en tôle dont le fond est garni de deux clapets, tenus fermés par des verroux, pendant l'opération du draguage. A sa partie supérieure, l'instrument est armé de deux bras qui se terminent à leurs extrémités par des palettes ou mains de tôle, destinées à racler le fond du puits, et à faire tomber les débris de roches qui s'y trouvent, dans le cylindre placé au-dessous. Ces bras sont coudés et viennent former, au moyen d'articulation à charnières, un parallélogramme dont le jeu a pour effet d'éloigner ou de rapprocher alternativement les palettes.

La figure 46 fait voir l'instrument dans la position où il se trouve lorsque les bras sont ouverts.

Nous allons tâcher de faire comprendre le jeu de cet appareil.

Les bras et le parallélogramme sont solidaires de la tige de sondage, lorsque l'instrument y est suspendu, et ils subissent tous ses mouvements, tandis que le cylindre en tôle en est

détaché, en ce sens, du moins, qu'il est fixé à deux tringles formant glissière et qui permettent à la tige de sondage de faire un léger mouvement de va-et-vient sans le communiquer au cylindre. Cela étant, voyons ce qui se passe dans la manœuvre de l'outil : lorsqu'il part de la surface, son parallélogramme est fermé de même que les bras portant les palettes; quand il arrive au fond, le cylindre entre dans le petit puits préparatoire, et les mains de tôle viennent se placer au niveau de la banquette du grand puits; si l'on appuie alors de tout le poids de la tige de sondage, le parallélogramme s'ouvre et force les bras à palettes à s'écarter l'un de l'autre; si l'on fait ensuite le mouvement contraire, c'est-à-dire si on relève la tige de sondage, les bras se rapprochent, et les palettes, en frottant sur la banquette, amènent les débris de roches dans la cuillère.

En recommençant cette opération un certain nombre de fois, et en imprimant à l'instrument un léger mouvement de rotation, à chaque oscillation de va-et-vient, on finira par nettoyer complétement la surface du grands puits.

Afin de modérer l'effort produit par la traction que l'on opère sur la tige de sondage, lorsqu'on ferme les bras pour draguer, on a adapté à l'appareil deux pistons en bois qui se meuvent dans des mâchoires, dont on règle le frottement à volonté, au moyen d'une petite vis de pression; ces mâchoires sont fixées à la tige inférieure portant la cuillère; le poids de cette dernière a donc pour effet d'enrayer la fermeture de l'outil; il en résulte que les bras se rapprochent doucement et produisent tout l'effet que l'on doit en attendre.

Quand l'opération que nous venons de décrire a été répétée pendant un certain temps (15 à 20 minutes), on remonte le *dragueur* à la surface et l'on vide la cuillère, en ouvrant les verroux des clapets qui forment le fond.

Le *dragueur* est un outil fort ingénieux, il est vrai; mais il ne faut en faire usage que le moins possible, car il n'est pas

sans danger. Nous sommes même d'avis qu'on pourrait l'abandonner complétement, si ce n'est comme instrument de sauvetage, ainsi que nous le dirons ci-après. Nous ne l'avons employé qu'une seule fois, dans nos travaux de St.-Vaast, pour faire le draguage, et nous avons eu à le regretter; c'était en vue de ramasser les silex qui se détachaient par petits blocs. La cuillère ayant été calée dans le petit puits, sans doute par des débris de roche qui se seront introduits entre la tôle et le terrain, nous avons brisé l'instrument, en tirant dessus pour le dégager, ce qui nous a occasionné un retard de plusieurs jours.

En somme, le but de M. Kind en imaginant cet outil, a été de gagner du temps, en permettant de retirer, sans les broyer de nouveau, les terrains que l'on était obligé de faire tomber dans le petit puits, et particulièrement les roches qui se détachent par éclats; mais si l'on fait le draguage avec la cuillère ordinaire au moyen du cylindre batteur, on parvient à retirer immédiatement une grande partie de ces terrains, et, selon nous, la perte de temps résultant de la nécessité de broyer, au petit trépan, ce qui ne peut pas être enlevé de cette manière, est moins à craindre que les accidents inhérents à l'usage du *dragueur*.

CUILLÈRE POUR ALLER A FOND. (*fig.* 48).

Enfin nous mentionnons, pour mémoire, une troisième cuillère de draguage, dont M. Kind a fait usage à Stiring, et qui présente plus de danger encore que le dragueur : c'est un cylindre en tôle, que l'on introduit dans le petit puits préparatoire, à quelques mètres de profondeur au-dessous de la banquette du grand puits; on sonde alors avec le grand trépan, et lorsqu'on a fait un avancement tel que l'on puisse supposer que la cuillère est pleine de débris de roches, on va la reprendre avec le crochet, fig. 49, dit le *loup,* pour la

ramener à la surface et la vider; puis on la redescend pour recommencer l'opération de la même manière.

Nous avons fait construire cette cuillère de fond, pour nos travaux de Saint-Vaast, mais nous n'en avons jamais fait usage.

§ 6. Outils de sauvetage.

Une des particularités remarquables des outils de forage employés par M. Kind, est leur simplicité et leur petit nombre. Il en est de même des appareils de sauvetage; nous n'en avons que trois principaux, savoir : le *crochet de salut,* la *fanchère* et le *grapin.*

CROCHET DE SALUT. (*fig.* 50 et 51).

Cet outil est d'une simplicité extrême et c'est celui dont on fait le plus souvent usage dans les accidents ordinaires des sondages, qui sont les bris de tiges de suspension.

Les ferraillements des tiges en bois portent, ainsi que nous l'avons dit, un petit épaulement qui sert à les recevoir sur les fourches; c'est par cet épaulement que, au moyen du crochet de salut, on peut raccrocher l'appareil de sondage lorsqu'une tige vient à casser.

On remarquera sur le dessin, que cet outil est ouvert en épicicloïde; c'est afin qu'on puisse accrocher la tige, qui, après la rupture, se porte obliquement contre les parois du puits : on la ramène doucement vers le centre de l'excavation et là, en tournant adroitement, on la saisit.

Nous avons eu assez souvent des accidents de ce genre, dans le cours de nos travaux, et nous devons dire que le crochet de salut ne nous a jamais fait défaut, en ce sens, que lorsque la tige était saisie à l'épaulement, l'appareil de sondage n'est jamais retombé dans le puits.

FANCHÈRE (*fig.* 54 et 55).

Il arrive des cas où l'emploi du crochet de salut serait difficile, et quelquefois même cet outil ne pourrait pas servir. C'est ce qui aurait lieu, par exemple, si la douille placée entre la glissière et le trépan venait à s'arracher ; on ne pourrait alors saisir l'arbre du trépan avec un crochet. De même si une tige était cassée immédiatement au-dessous de l'épaulement, c'est-à-dire à peu de distance de la vis, il faudrait, pour réussir avec le crochet de salut, l'accrocher à la tige immédiatement inférieure à celle qui est cassée, et le bout de 15 mètres de longueur qui remonterait obliquement dans le puits en retirant l'appareil de sondage, pourrait frotter et même s'arcbouter contre les parois. Dans ces cas, on peut faire usage de la *fanchère*, qui a été imaginée en vue d'accrocher des objets ronds ou carrés, mais ne présentant pas d'épaulement.

La *fanchère* [1] se compose de deux pièces pouvant glisser l'une sur l'autre : la première est un sabot annulaire évasé en cône et qui est attaché, par deux lames, à la tige carrée qui surmonte l'outil ; la seconde pièce est formée de deux mâchoires dentelées pouvant jouer dans le sabot, qui en limite l'écartement.

Lorsqu'on veut se servir de l'instrument, on sépare les mâchoires, au moyen d'une broche de bois, et on le présente ainsi sur la pièce que l'on veut saisir, une tige de sondage par exemple ; la broche en bois cède à la pression de la tige et cette dernière prend sa place. Si l'on tire alors sur l'appareil, la tige est serrée fortement entre les deux mâchoires dentelées et ne peut plus s'en détacher.

C'est là réellement un outil bien imaginé, mais qui demande de l'habileté pour être employé avec succès. L'incon-

[1] Ce nom de fanchère est une corruption du mot *fangscheere*, en allemand, qui signifie outil pour saisir.

vénient qu'il présente, c'est que, si l'appareil à retirer du puits offrait de la résistance à l'enlèvement par la machine, ce qui pourrait arriver s'il était calé ou retenu par l'une ou l'autre cause, il serait alors impossible de détacher la *fanchère* pour tenter d'autres moyens de sauvetage; car on ne peut séparer les mâchoires que lorsque l'outil est ramené à la surface.

Nous avons employé cet instrument dans des opérations difficiles. et notamment pour retirer une colonne de tubes de 0^{m},20 de diamètre et de 90 mètres de longueur, qui se trouvait dans un puits et qui avait été brisée en cinq pièces; chacune de ces dernières a été saisie avec assez de facilité.

GRAPIN (*fig* 52 et 53.)

Cet outil est employé avec avantage pour retirer les objets en fer ou en acier qui restent dans le puits, tels que les dents de *trépan* qui se cassent, les clefs ou les fourches que, par maladresse, on laisse tomber pendant les manœuvres. S'il fallait briser ou broyer ces objets, au moyen du *trépan*, on y parviendrait le plus souvent, mais avec difficulté et en retardant la marche régulière des opérations.

Le *grapin* a une grande analogie avec le *dragueur*, dont nous avons donné la description. Comme lui, il porte deux bras, à l'extrémité desquels on a fixé des griffes au lieu de palettes; ces bras sont aussi articulés en parallélogramme, au moyen de charnières; la principale différence qu'il présente, c'est que les tringles qui forment glissière sont chargées au moyen de poids, que l'on place à volonté sur une traverse (*aa*) qui leur est attachée, et que c'est cette charge qui occasionne le frottement des griffes contre le fond du puits.

Les tringles sont soulevées au moyen d'une corde, dont on tient le bout à la surface, et que l'on manœuvre de la manière suivante : l'outil est fermé quand il est suspendu à la tige de sondage et qu'on laisse porter la charge sur la traverse;

lorsqu'il a été descendu dans le puits, on soulève la charge en tirant la corde; on pousse la tige de sondage, dont le poids fait ouvrir les bras du *grapin,* et les griffes viennent toucher le fond du puits; dès lors, si, d'un côté, on lâche la corde, pour laisser porter la charge qui se trouve sur la traverse (*aa*), et que, d'un autre côté, on tire doucement sur la tige de sondage, les bras de l'outil se rapprochent en grattant le fond, et les griffes viennent se rejoindre en retenant entre elles les objets consistants qui se trouvaient sur leur parcours.

On peut comprendre aisément la manœuvre de cet outil: elle consiste, en définitive, à soulever la charge avec la corde, pousser la tige de sondage, lâcher la corde, puis relever la tige de sondage. En répétant cette opération tout autour du puits, on parvient ainsi à repêcher tous les objets qui pourraient s'y trouver, et à les ramener au jour.

Il est à remarquer que le frottement des griffes sur le fond du puits, est d'autant plus grand que la charge placée sur la traverse (*aa*) est elle-même plus considérable.

On peut, avec le *grapin,* ramener des objets de très-petit volume : l'un de nos sondeurs est parvenu, à l'aide de cet instrument, à retirer une montre qu'il avait laissé tomber dans le puits pendant le travail.

On peut de même extraire des pièces très-lourdes et volumineuses : c'est ainsi que l'on a pu repêcher un bloc de maçonnerie de $1^m,80$ de longueur, 1 mètre de largeur et $0^m,60$ de hauteur (voir l'extrait du journal des travaux de Péronnes).

Le *dragueur* peut aussi être employé comme outil de sauvetage, dans des conditions analogues à celles où l'on emploie le *grapin.*

Ce dernier est plus spécialement mis en usage dans les petits puits préparatoires, et le *dragueur* dans les grands puits; car, ainsi que nous l'avons dit, l'un de ces outils gratte le fond du puits et accroche dans ses griffes les objets

qui s'y trouvent, tandis que l'autre, avec ses palettes, les amène dans une cuillère qui lui est attachée.

Néanmoins, eu égard aux inconvénients qu'entraîne quelquefois l'application du *dragueur*, nous avons quelquefois employé, de préférence, un *grapin* de grande dimension pour faire tomber, de la banquette dans le petit puits préparatoire, les objets qui pouvaient résister aux coups du *trépan;* il fallait ensuite les retirer avec le petit *grapin*, quand on ne parvenait pas à les pomper dans la cuillère de draguage.

VÉRIN (*fig.* 42 et 43, pl. VIII.)

Enfin pour compléter la série des outils de sauvetage, nous ferons connaître le *vérin*, outil accessoire, qui sert pour recevoir les tiges, lorsque ces dernières ont été brisées et qu'elles ont perdu l'épaulement qui sert à les accrocher sur les fourches de retenue.

Cet outil est composé de deux pièces réunies, d'un côté, par une charnière et, de l'autre, par une vis de rappel qui permet de les rapprocher ou de les éloigner. Au milieu de ces deux pièces, on a découpé, moitié dans chacune d'elles, un carré représentant la section d'une tige, et c'est dans ce carré que l'on serre fortement la verge que l'on veut recevoir.

Il faut que l'outil soit fait avec précision; car lorsqu'on reçoit ainsi une tige cassée, le *vérin* doit porter, sans glisser, toute la charge de l'appareil de sondage qui reste au-dessous du point de rupture.

§ 7. Bâtiment de sondage.

Pour bien faire comprendre le travail, il est nécessaire de donner une description des particularités qui distinguent l'ensemble du bâtiment de sondage.

Les figures 1, 2 et 3, pl. VII, donnent le plan et l'élévation

de ce bâtiment, qui comprend la tour de sondage proprement dite, la baraque du trépan, et le bâtiment des machines.

La tour de sondage (A) peut être établie, ainsi que nous l'avons fait au puits de St.-Vaast, de façon à servir plus tard de bâtiment d'extraction.

M. Kind, dans ses premières entreprises et notamment au puits de Westphalie, avait fait monter pour bâtiment de sondage, une tour en bois de grandes dimensions, qui avait non seulement l'inconvénient de coûter fort cher, mais aussi de présenter peu de stabilité, malgré les chaînes de consolidation que l'on avait attachées extérieurement à des pieux fichés en terre, d'une part, et au sommet de la tour, de l'autre. En outre, cette construction en bois ayant dû être ultérieurement remplacée par un bâtiment définitif en maçonnerie, elle a occasionné une grande perte de temps, puisqu'il a fallu suspendre toutes les opérations du puits pendant la durée du démontage de la baraque en bois et de la reconstruction du bâtiment définitif.

Il est facile, au contraire, de monter ce dernier en même temps que l'on installe les machines de sondage.

La tour en maçonnerie établie au puits de St.-Vaast, est un simple bâtiment carré de 9 mètres de côté à l'intérieur, et de 14 mètres de hauteur, à partir du sol. Au milieu de la tour se trouve le puits, que l'on a creusé sur un diamètre de 5^m,50 jusqu'à 3 mètres de profondeur, où se trouve placé le plancher dit de travail.

L'espace vertical entièrement libre pour la manœuvre des pièces, depuis le plancher jusqu'au sommet de la tour, est donc de 17 mètres.

Au-dessous du plancher de travail et jusqu'à la tête du niveau (à 35 mètres), le puits est maçonné à 4^m,50 de diamètre, afin que le grand *trépan* de 4^m,25 y passe fort à l'aise.

Quatre ouvertures ou fausses portes de 3 mètres de largeur et de 9 mètres de hauteur, jusqu'à la naissance de

voûte, se trouvent percées dans les quatre murs de la tour de sondage : l'une, du côté de la baraque du *trépan,* destinée à laisser passer facilement ce dernier avec toutes ses pièces assemblées; l'autre, en face, pour laisser passer la cuillère de draguage lorsqu'il s'agit de la vider; la troisième, du côté du cylindre *batteur* et de la *machine-cabestan ;* et enfin la quatrième ouverture, en face de la troisième, sans but pour le travail du sondage, a été ménagée dans la maçonnerie pour toute éventualité ; elle a trouvé son utilité lors de la descente des pièces de cuvelage.

A 9 mètres au-dessus du sol, soit à 12 mètres du plancher de travail, se trouvent placées parallèlement, dans le sens de la baraque du *trépan,* deux fortes pièces de bois espacées de 1^{m},80 et fixées contre les murs du bâtiment, aux endroits où elles passent dans les fausses portes; elles sont prolongées au-delà de ces dernières ouvertures, d'une part, dans la baraque du *trépan,* et, de l'autre, un peu en dehors de la tour, du côté où l'on doit pousser la cuillère de draguage pour la vider. Sur ces deux pièces de bois, qui sont placées horizontalement et qui ne sont réunies entre elles par aucune traverse, si ce n'est à leurs extrémités, on a posé des rails qui forment un chemin de fer, sur lequel on fait rouler les chariots portant les *trépans* et la cuillère de draguage.

Le déplacement de ces outils se fait ainsi avec la plus grande facilité, malgré leurs dimensions et leur poids considérables.

Les chariots sont tout simplement des trains portés sur quatre roues; deux pièces de bois formant *bottes* sont posées sur ces trains et permettent d'y tenir suspendus, au moyen d'une fourche, les outils dont il s'agit.

Le *trépan* se manœuvre toujours d'un côté, et la cuillère de l'autre, c'est-à-dire que l'on fait arriver successivement l'un ou l'autre de ces outils au milieu du puits, en repoussant en arrière et dans sa case spéciale celui qui doit rester au repos.

A 13 mètres du sol, soit à 16 mètres du plancher de travail, se trouvent, dans la tour de sondage, quatre fortes poutres en chêne, placées en croix et encastrées dans les murs; c'est sur ces poutres qu'est montée la poulie sur laquelle s'enroule la corde destinée au service du sondage. On ne s'étonnera pas de la grande solidité donnée à cette construction, si l'on songe à l'énorme charge qu'il s'agit de supporter : le grand *trépan* avec ses tiges de suspension pèse de 8 à 9,000 kilogrammes, et il faut souvent exercer sur le câble, des efforts bien supérieurs encore à cette charge, lorsqu'on remonte l'outil; car ce dernier frotte souvent ou même s'accroche le long des parois du puits.

Les deux poutres du chemin de fer, qui ont 9 mètres de portée entre les supports placés aux murs de la tour, sont consolidées par quatre tirants en fer, qui les relient aux pièces qui portent la poulie; de cette manière, on a pu se dispenser de mettre des supports intermédiaires, qui gêneraient beaucoup auprès du puits.

Enfin, environ $1^m,50$ au-dessous de l'axe de la poulie, se trouve un petit plancher, où l'on vient se placer pour suspendre les tiges de sondage, soit pour les accrocher à la corde lorsqu'on veut les descendre, soit pour les décrocher quand on les remonte; une forte barre en fer sur laquelle on fait rouler les crochets de suspension est établie à ce niveau.

La baraque du *trépan* (B) est tout simplement un bâtiment en planches, légèrement bâti, comme construction provisoire; il doit servir uniquement d'abri pour rentrer le *trépan* et y exécuter les réparations, plus ou moins nécessaires chaque fois qu'on le ramène au jour.

Il n'y a pas de bâtiment spécial pour la cuillère, parce qu'elle n'exige pas grand espace; les poutres du chemin de fer, prolongées de 1 mètre à $1^m,50$ hors de la tour, du côté opposé à la baraque du *trépan*, laissent une place suffisante pour renverser cet appareil de draguage, lorsqu'on veut le

vider, et pour l'y laisser suspendu quand on n'en fait pas usage.

Le bâtiment des machines ne présente aucune particularité; c'est aussi une construction provisoire, faite avec le plus de légèreté et le plus d'économie possible. Il renferme la machine rotative qui sert à l'extraction des déblais, avec tous ses accessoires, engrenages et bobines, le cylindre *batteur,* une petite machine alimentaire avec pompes à eau froide et à eau chaude, et enfin la chaudière à vapeur; le tout installé dans une chambre de 9 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur; l'un des pilastres de la tour sert de cheminée pour la chaudière.

La *machine-cabestan* est à un niveau supérieur 2 à 3 mètres au-dessus du sol, et le cylindre *batteur* est enterré dans une cave, de telle sorte que le balancier de battage a son axe au niveau du sol, et que la pièce élastique de contre-coup passe entre les murs et au-dessous des engrenages, en se prolongeant un peu en dehors du bâtiment.

Au delà de l'extrémité de la pièce élastique se trouve le petit puits établi pour loger le contrepoids d'équilibre.

Une forge G est installée à côté de la baraque du *trépan*, pour la réparation des outils.

CHAPITRE II.

Considérations sur la marche des appareils de sondage. — Résultats des travaux exécutés au puits de Saint-Vaast.

---

§ 1er. Marche des appareils.

Les détails que nous avons donnés sur l'installation des bâtiments et sur les outils de sondage, nous dispensent d'entrer dans de grands développements sur les différentes opéra-

tions auxquelles donne lieu le forage des puits par le procédé Kind. Les manœuvres sont analogues, dans leur ensemble, à celles que l'on exécute pour faire les petits sondages ou puits artésiens ; toutefois elles ont ici une importance toute autre, par suite des dimensions des pièces employées.

Ainsi qu'on l'aura remarqué, tout a été combiné par M. Kind pour que les ouvriers sondeurs n'aient jamais à soulever aucun poids : ils font rouler les *trépans*, les cuillères à draguer et tous les outils, en général, sur le chemin de fer de service, ce qui n'exige qu'un léger effort de leur part ; la *machine-cabestan* fait le reste.

Il suffit de quatre hommes, deux au plancher de travail et deux autres se plaçant successivement au plancher du chemin de fer et à celui de suspension des tiges, pour faire le travail auquel donne lieu, soit la descente, soit la remonte des outils de forage ou de draguage.

La mise en marche de l'appareil de sondage, lorsqu'il a été descendu dans le puits en percement, se fait aussi avec toute facilité : on laisse entrer doucement la vapeur sur le piston du cylindre de battage, de manière à soulever le *trépan* à la hauteur voulue; puis on le laisse retomber par son poids sur la roche à broyer. L'amplitude de la course du *trépan* augmente ensuite insensiblement, de manière à atteindre $0^m,25$ à $0^m,30$ de hauteur, lorsqu'on est arrivé à une marche régulière. La course varie, du reste, d'après le degré de dureté des roches et en raison de leur homogénéité. On donne ordinairement de 18 à 20 coups de piston par minute ; il est prudent de ne pas aller au-delà, afin que le machiniste ne fasse pas de fausse manœuvre dans le maniement de son levier.

Les parties les plus exposées à se briser par les mouvements alternatifs du battage, sont les tirants fixés à la pièce de contre-coup, et les chaînes qui attachent au balancier, le piston à vapeur d'une part, et l'appareil de sondage d'autre part. On doit avoir soin de tenir toujours disponibles, des

pièces de rechange, afin que les petits accidents qui, on le conçoit, doivent être assez fréquents dans des travaux de ce genre, puissent être promptement réparés, et n'arrêtent pas trop longtemps la marche du sondage.

Le battage se fait ordinairement pendant huit heures consécutives; cela varie toutefois d'après la nature des terrains que l'on doit forer: les uns, très-durs, exigent un renouvellement fréquent des dents du *trépan*, les autres, moins consistants, doivent être dragués assez souvent pour éviter que les matières en suspension dans l'eau ne se déposent au fond du puits, et ne rendent nulle, ou du moins ne diminuent notablement, l'action de l'outil foreur.

Lorsque l'on a travaillé le nombre d'heures jugé nécessaire, on remonte l'appareil de sondage, et l'on procède à l'enlèvement des déblais au moyen de la cuillère à draguer. Cette dernière, ramenée du fond de l'excavation pleine de détritus est reçue sur son chariot; on la roule ensuite le long du chemin de fer de service pour l'amener en dehors de la tour de sondage, où on la vide en la renversant par un léger mouvement de bascule.

La bouillie, formée des détritus, se dessèche fort lentement; on doit avoir soin d'établir un double fossé pour la recevoir, afin que l'un se remplisse pendant qu'on laisse sécher la matière du second, ce qui est nécessaire pour pouvoir l'enlever périodiquement.

Pendant qu'on fait le curage du puits, ce qui dure ordinairement une couple d'heures, on s'occupe de remettre le *trépan* en bon état; le forgeron le visite sur tous les points, et remplace les dents dont le taillant est usé. Au moyen d'un calibre, qu'il place dans un trou foré à cet effet au centre de l'outil, il s'assure que ce dernier a conservé son diamètre, ce qui est de la plus grande importance pour avoir un forage régulier.

Il est à recommander d'avoir toujours deux montures de dents de rechange; car dans les terrains siliceux, par exem-

ple, il faut fréquemment les renouveler, et l'on a beaucoup de peine de les réparer à mesure qu'elles se détériorent. En vue de parer à cet inconvénient, nous avions essayé des dents en acier fondu, au lieu de celles en fer aciéré que l'on emploie généralement. Ces dernières, en définitive, valent mieux encore que les autres; car il est très-facile de les recharger d'acier et de les remettre sous toutes les formes, tandis que l'acier fondu ne se laisse que difficilement travailler.

La marche du sondage telle que nous venons de l'indiquer, est celle que l'on suit pour le percement du puits préparatoire.

Lorsqu'il s'agit de procéder à l'élargissement, pour former le grand puits, on agit de la même manière, il est vrai; mais on peut sonder plus longtemps sans être obligé de retirer le *trépan*, puisque les déblais provenant du forage tombent dans le petit puits, et ne mettent pas obstacle à l'action de l'outil; le curage dure alors plus longtemps aussi, parce que l'on peut descendre la cuillère un bon nombre de fois consécutives, avant de reprendre le travail au *trépan*.

M. Kind, dans ses travaux de Stiring et de Westphalie, a fait forer à fond le petit puits préparatoire, avant de commencer l'élargissement; nous avons suivi la même marche à Saint-Vaast, mais c'était en vue de faire une reconnaissance des terrains superposés au schiste houiller. Ce mode d'opération présente des inconvénients : si on laisse les débris du grand sondage s'accumuler dans le petit puits, ils finissent par se tasser et rendre impossible le curage à la cuillère; on est alors obligé de les battre de nouveau avec le petit *trépan*, ce qui fait perdre du temps et augmente les dépenses. Si on curait le petit puits à mesure qu'on avance avec le grand, la profondeur inutile où l'on devrait prendre la bouillie entraînerait aussi des manœuvres plus longues, outre qu'on laisserait le petit puits libre, sur une grande hauteur, et, par conséquent, sujet aux éboulements pendant

toute la durée du travail. C'est pour parer à ces inconvénients que, dans le forage du puits Sainte-Marie de Péronnes, nous avons fait suivre le travail du petit puits et celui du grand, c'est-à-dire que nous avons commencé par forer 15 mètres au petit diamètre, puis 10 mètres au grand, et ainsi de suite, de telle façon que le puits préparatoire était toujours en avance d'au moins 5 mètres, ce qui est utile pour que le petit *trépan* soit maintenu bien vertical par ses guides.

§ 2. Personnel du sondage.

Le personnel employé pour le forage des puits est fort restreint; il se compose :

1° D'un contre-maître ou chef-sondeur;

2° D'un forgeron et d'un frappeur;

3° De deux bandes, de six hommes chacune, composée, de : un machiniste, un chauffeur, un chef de bande et trois manœuvres.

Le chef-sondeur, habitant sur les lieux, surveille les travaux nuit et jour, et procède à la descente et à la remonte des appareils de sondage et de curage. Son intervention active n'est requise habituellement que deux fois par jour; il est là toujours pour les cas d'accidents.

Pendant toute la durée du forage, le travail étant des plus simples, des ouvriers-manœuvres ordinaires suffisent pour le tenir en activité; le machiniste conduit la *machine-cabestan*, lorsqu'il faut remonter les outils ou les descendre ; en autre temps, il alterne avec le chauffeur pour diriger la marche du *cylindre-batteur*.

Le chef de bande et ses trois manœuvres sont placés sur le plancher de travail, où ils font tourner doucement l'appareil de sondage, à chaque mouvement d'ascension, au moyen d'un levier en bois enfourché à cet effet dans l'œillet du *tourne-sonde*. En outre, le chef de bande fait tourner *la vis de rappel* à mesure que l'outil descend par le forage;

quand cela devient nécessaire, il place les bouts de rallonge des tiges, ou une nouvelle tige de 15 mètres.

Le travail marche nuit et jour; chacune des bandes d'ouvriers travaille 12 heures; à la fin de chaque semaine, ils changent de poste, c'est-à-dire que les ouvriers de jour deviennent les ouvriers de nuit et *vice-versâ*.

§ 8. Effet utile des travaux du puits de Saint-Vaast. — Prix de revient.

Le puits de Saint-Vaast (n° 3) avait à traverser les terrains aquifères, qui recouvrent le terrain houiller dans cette localité, sur une très-forte épaisseur : ce sont les marnes, les silex, les argiles glauconifères, de l'étage moyen, les argiles sablonneuses et les sables de l'étage inférieur du terrain crétacé. La première partie du puits, que nous avons creusé et garni d'un cuvelage en fonte, s'est arrêtée vers la base de l'étage moyen, sur le terrain appelé *tourtia*, par les mineurs du pays.

Le travail a commencé par le forage d'un puits préparatoire de 1^{m},37 de diamètre, à partir de la tête de niveau (à 35 mètres); ce premier forage a été porté jusqu'à 135 mètres de profondeur, dans l'espace de cinq mois et demi, pendant lesquels il y a eu 121 jours de travail effectif et 51 jours de chômage.

L'élargissement, c'est-à-dire le forage du grand puits, au diamètre de 4^{m},25, a demandé près de sept mois; il a été arrêté à la profondeur de 98 mètres, où l'on a trouvé un terrain solide pour poser le cuvelage. Pendant l'exécution de cette seconde opération, le travail n'a chômé que 17 jours.

Nous avons consigné, à la fin de ce rapport, dans un extrait du journal des travaux, quelques détails sur les accidents qui se sont présentés dans le cours des opérations; nous nous bornerons donc à reproduire ici, dans un tabbleau analytique, les diverses périodes du travail.

Tableau A. *Forage du puits préparatoire de $1^m,37$ de diamètre.*

PÉRIODES DE TRAVAIL.	SONDAGE AU PETIT TRÉPAN. Nombre de descentes de l'outil.	SONDAGE AU PETIT TRÉPAN. Temps employé à descendre et remonter l'outil.	SONDAGE AU PETIT TRÉPAN. Temps employé à sonder.	CURAGE. Nombre de descentes de la cuillère.	CURAGE. Temps employé.	TEMPS absorbé par les retards.	AVANCEMENT. Mètres	AVANCEMENT. Cent.	PROFONDEUR totale. Mètres.	PROFONDEUR totale. Cent.	OBSERVATIONS.
		Heures.	Heures.		Heures.	Heures.	Mètres	Cent.	Mètres.	Cent.	
Du 14 septembre 1854 au 23 octobre, 30 jours de marche.	45	67	280	43	65	148	26	00	61	00	Marche irrégulière. 10 jours de chômage; travail de nuit suspendu pendant les premières semaines.
Du 24 octobre au 16 novembre.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	24 jours de chômage pour transformation à faire aux machines et outils.— Voir l'extrait du journal des travaux.
Du 17 novembre au 31 décembre, 40 jours de marche.	71	116	581	72	121	142	38	»	99	»	5 jours de chômage.
Du 1er janvier 1855 au 4 mars, 58 jours de marche.	115	242	759	163	335	56	56	»	155	»	5 Id.
Durée totale du travail, 172 jours, soit 5 1/2 mois, dont 128 jours de marche et 44 jours d'arrêt	231	425	1620	278	521	346	100	»	155	»	44 Id.

TABLEAU B. *Forage du grand puits de $4^{m},25$ de diamètre.*

PÉRIODES DE TRAVAIL.	SONDAGE AU GRAND TRÉPAN. Nombre de descentes de l'outil.	SONDAGE AU GRAND TRÉPAN. Temps employé à descendre et remonter l'outil.	SONDAGE AU GRAND TRÉPAN. Temps employé à sonder.	SONDAGE AU PETIT TRÉPAN. Nombre de descentes de l'outil.	SONDAGE AU PETIT TRÉPAN. Temps employé à descendre et remonter l'outil.	SONDAGE AU PETIT TRÉPAN. Temps employé à sonder.	CURAGE. Nombre de descentes de la cuillère.	CURAGE. Temps employé.	Temps absorbé par les retards ou les accidents.	AVANCEMENT. M.	AVANCEMENT. C.	PROFONDEUR totale. M.	PROFONDEUR totale. C.	OBSERVATIONS.
		Heures.	Heures		Heures.	Heures.		Heures.	Heures.	M.	C.	M.	C.	
Du 5 juillet 1855 au 5 août, 32 jours de marche.	74	73	588	» »	» »	» »	99	99	8	17	20	52	20	6 et 7 août jours de chômage pour nettoyer la chaudière.
Du 8 au 31 août, 24 jours de marche.	57	57	246	33	20	55	180	167	31	8	25	60	45	8 et 9 octobre nettoyage de la chaudière
Du 5 septembre au 7 octobre, 33 jours de marche.	97	96	299	35	27	76	191	215	79	11	25	71	70	11 et 12 novembre, nettoyage de la chaudière.
Du 10 octobre au 10 novembre. 32 jours de marche.	103	103	319	24	17	60	226	227	42	9	05	80	75	Id.
Du 13 au 30 novembre, 18 jours de marche.	42	42	149	28	28	66	122	122	25	4	90	85	65	1er au 5 décembre, chômage pour réparer les machines et outils.
Du 6 au 24 décembre, 19 jours de marche	73	73	259	»	»	»	88	88	36	6	35	92	»	25 et 26 déc., nettoyage de la chaudière.
Du 27 déc. au 11 janvier, 16 jours de marche.	52	52	199	10	10	19	94	94	10	3	60	95	60	12 et 13 janv., nettoyage de la chaudière.
Du 14 janv. 1856 au 29 jan., 16 jours de marche.	41	41	159	15	15	24	93	97	48	2	40	98	»	
Total 190 j^rs de marche et 19 j^rs d'arrêt, sur 7 mois de travail	539	537	2,218	145	117	300	1093	1109	279	63	00	98	00	19 jours de chômage

Puits préparatoire. — Il résulte des détails renfermés dans le premier tableau (A), que le temps employé au forage du puits préparatoire peut se répartir comme suit :

56 p. c. au forage proprement dit,
14 $^1/_2$ p. c. pour descendre et remonter le trépan,
19 p. c. pour faire le curage du puits,
10 $^1/_2$ p. c. pour les pertes résultant des temps d'arrêt, ou bien occasionnées par des accidents.

L'avancement moyen par journée de travail a été de $0^m,81$.

Cette moyenne aurait été plus considérable, si le sondage avait marché convenablement dès l'origine; mais, pendant la première période des opérations, nous avons été arrêté fréquemment par l'imperfection des appareils moteurs, et nous avons même été obligé de suspendre le travail pendant quatre semaines, ainsi que l'indique le tableau, pour modifier les divers organes des machines. Le travail a marché ensuite très-régulièrement jusqu'à la fin.

Il est à remarquer que la cuillère de draguage avait une capacité d'environ 1 $^1/_2$ mètre cube; or, elle a été descendue 292 fois, ce qui représenterait un volume extrait de 438 mètres cubes de bouillie, tandis que le volume des roches détachées par le forage n'est que d'environ 150 mètres cubes. On peut en conclure que, en moyenne, la cuillère ne rapportait guère que 40 p. c. de sa capacité, du moins en volume réel de débris de roches.

Grand puits. — Le second tableau (B) indique que l'élargissement du puits préparatoire a été fait dans les conditions suivantes :

42 p. c. de la durée totale du travail ont été employés au forage proprement dit,
11 p. c. pour la descente et la remonte du *grand trépan*,
21 p. c. pour le curage du puits,
8 p. c. pour le travail au petit *trépan ;*

18 p. c. ont été absorbés par les pertes de temps, occasionnées soit par les changements d'outils, soit par la réparation des accidents.

L'avancement moyen par journée de travail a été de 0^m,32.

En comparant ces résultats avec ceux obtenus dans le percement du puits préparatoire, on remarquera :

1° Que le temps proportionnel absorbé par le curage du puits est sensiblement le même des deux côtés ;

2° Que, d'une part, le travail au petit *trépan*, rendu nécessaire par le tassement des déblais dans le puits préparatoire, et, d'autre part, les retards nombreux occasionnés par les changements plus fréquents des outils, pour faire fonctionner tantôt le grand *trépan*, tantôt le petit *trépan* ou la cuillère, ont réduit de 56 à 42 p. c. le nombre d'heures employées au travail utile du forage;

3° Que la perte de temps occasionnée par tous ces changements, y compris les accidents, a augmenté de 10 $\frac{1}{2}$ à 18 p. c.;

4° Et enfin que le travail au petit *trépan* a lui même absorbé 8 p. c. de la durée des opérations.

C'est par suite de ces résultats que nous avons insisté précédemment sur l'amélioration qu'il y aurait à faire marcher toujours, simultanément, le percement du puits préparatoire et l'élargissement au grand diamètre; et afin que ce travail puisse se faire avec toute facilité dans les manœuvres, nous nous proposons, à l'avenir, d'allonger notre tour de sondage, d'une couple de mètres, dans le sens opposé à la baraque du *trépan ;* on pourra, de cette manière, placer du côté de la cuillère un second chariot pour porter le petit outil, lorsqu'on doit manœuvrer avec le grand. Les trois chariots portant, l'un la cuillère, l'autre le petit *trépan*, et enfin, le troisième, le grand *trépan*, seraient donc toujours suspendus sur le chemin de fer de service, de façon qu'on puisse faire glisser au centre l'outil qui doit fonctionner.

Un examen attentif du plan des bâtiments de sondage

permettra de saisir la portée de ces diverses observations.

Résultat général. — En résumé le forage du puits de Saint-Vaast, jusqu'à la profondeur de 98 mètres, au diamètre de 4m.25, et jusqu'à 133 mètres, au diamètre de 1m,37, a duré 12 1/2 mois, dont deux mois de chômage. Si l'on tient compte séparément des 34 ou 35 derniers mètres du puits préparatoire, inutiles pour la partie du grand puits qui est achevée, et forés uniquement en vue des travaux ultérieurs, il reste 8 1/2 mois de travail effectif pour 68 mètres de forage, soit un peu plus de 7m,40 par mois, petit et grand puits réunis.

Certes, ce résultat est déjà satisfaisant, si l'on tient compte de la dureté excessive de la plupart des roches qu'on a dû traverser à St.-Vaast. Mais il est certain qu'avec une installation bien organisée dès le commencement du travail, et si l'on modifiait la marche des opérations ainsi que nous l'avons indiqué, on parviendrait encore à augmenter sensiblement l'effet utile des travaux de sondage.

La dépense en main d'œuvre et frais généraux, pendant la durée des travaux du puits n° 3, a été en moyenne de fr. 2,318 par mois; la consommation en charbon, huiles, graisses, fers, aciers, etc., pour le service des machines, pour la réparation des outils et pour les divers usages, s'est élevée à 1,932 fr.: le prix de revient du forage d'un mètre de puits peut donc, en moyenne, s'estimer ainsi :

Main-d'œuvre	fr.	313,00
Consommation. . . .	fr.	261,00
Total. . .		574,00

Ce prix de revient ne comprend pas l'amortissement de l'outillage, dont il serait juste cependant de faire supporter une part à chaque entreprise de ce genre. Nous aurons l'occasion de donner des détails sur le coût de cet outillage, en traitant, dans le dernier chapitre de ce mémoire, de l'économie résultant de l'application du procédé Kind dans le passage des niveaux.

CHAPITRE III.

Établissement des cuvelages en fonte.

DÉTAILS SUR LES OPÉRATIONS DU PUITS DE SAINT-VAAST.

Il résulte, de la description faite précédemment, que le puits exécuté par le procédé Kind a ses parois complétement libres, c'est-à-dire que tous les niveaux d'eau que l'on a traversés sont en communication les uns avec les autres, et que ce puits ne peut être rendu accessible que lorsqu'on a renfermé les niveaux derrière l'enveloppe imperméable appelée cuvelage.

L'établissement du revêtement étanche est l'opération la plus importante de notre travail, et c'est celle dont la réussite, a toujours été mise en doute par la plupart des ingénieurs.

Pour atteindre le but indiqué, nous descendons dans le puits une colonne métallique (cuvelage en fonte), portant à sa base, une boite à mousse qui se ferme dès que la colonne arrive à fond, de manière à intercepter le passage de l'eau.

La colonne en fonte a un diamètre moindre que celui du forage ; il reste donc entre les parois de ce dernier et la surface extérieure du cuvelage, un espace annulaire, dans lequel on fait un bétonnage soigné, sur toute la hauteur du revêtement, et c'est cette dernière opération qui achève de rendre le cuvelage complétement étanche.

Nous allons successivement décrire la composition du cuvelage, la préparation des pièces, la descente, c'est-à-dire la mise en place du revêtement, le bétonnage et enfin les travaux accessoires de consolidation, tels qu'ils ont été faits à notre avaleresse de S^t.-Vaast.

§ 1er. Composition du cuvelage.

Le cuvelage du puits de St.-Vaast a 3m,85 de diamètre extérieur et 3m,63 de diamètre intérieur. Sa hauteur est de 67m,50. Il est composé de 45 tronçons annulaires de 1m,50, portant des collets d'assemblage qui permettent de les boulonner les uns sur les autres, de manière à former une colonne cylindrique ayant toute la hauteur de la partie du puits à cuveler. Ces tronçons ont été coulés d'une seule pièce, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas de joints verticaux; leur surface extérieure est tout à fait lisse; les collets d'assemblage forment saillie à l'intérieur du cuvelage. Il y a, en outre, entre ces collets, à l'intérieur, des nervures horizontales, moins saillantes que les collets, et destinées uniquement à renforcer les pièces.

La hauteur des tronçons n'est limitée que par la difficulté que présenteraient la construction et la manœuvre des pièces. L'épaisseur de la fonte, dans les parties séparées par les collets et les nervures, dépend évidemment du diamètre du cuvelage, et elle peut varier aussi, pour les différents tronçons, d'après la position qu'ils doivent occuper dans le puits : les tronçons inférieurs doivent être faits plus solides que les tronçons supérieurs, et cela se conçoit (1).

(1) Nous nous sommes servi, dans les calculs que nous avons faits pour établir les épaisseurs à donner à nos pièces de cuvelage, de la formule

$$E = \frac{RP}{K}$$

dans laquelle E représente l'épaisseur du cuvelage, R le rayon extérieur, P la pression à supporter, exprimée en kilogrammes par centimètre carré, et K le coefficient de résistance de la fonte soumise à l'écrasement. La plupart des auteurs donnent à ce coefficient une valeur de 1500 à 2000 kilogrammes par centimètre carré. Nous avons pris pour base le chiffre de 500 kilogrammes, en ajoutant en outre 0m,02 à la valeur de E, qui se trouve ainsi représentée par

$$E = 0^{m},02 + \frac{RP}{500}.$$

Nous avons appliqué aussi la première formule, au calcul de l'épaisseur des pièces de bois et des cercles en fer employés au cuvelage de Westphalie, en faisant K=45, pour la résistance du bois de chêne soumis à l'écrasement dans le sens perpendiculaire aux fibres du bois; c'est là le coefficient donné par Tretgold. Il en résulte que, pour un cuvelage de 3m,50 de dia-

Le cuvelage dont nous nous occupons devait être construit entièrement en fonte; l'épaisseur des quinze tronçons inférieurs était fixée à $0^m,04$; celle des quinze tronçons suivants devait être de $0^m,035$; et enfin celle des quinze derniers de $0^m,03$. Nous dirons ci-après les motifs pour lesquels nous avons été obligé de remplacer la fonte par la tôle de fer, pour une partie des tronçons supérieurs.

Les collets d'assemblage sont tournés parallèlement les uns aux autres, ce qui était une condition essentielle pour obtenir, par la réunion de toutes les pièces, une colonne parfaitement verticale. Ces collets présentent une saillie de $0^m,07$, et ils ont conservé après l'opération du tournage une épaisseur *minimum* de $0^m,03$.

Les boulons d'assemblage ont aussi $0^m,03$ de diamètre; il y en a 45 à chaque joint, ce qui porte leur espacement d'axe en axe à $0^m,25$.

Les joints sont formés par une lamelle de plomb de trois millimètres d'épaisseur, placée de manière à recouvrir la surface annulaire du collet et, de plus, à faire saillie d'un centimètre à l'intérieur et à l'extérieur; cette saillie a pour but de permettre le rematage du joint, en dedans et en dehors du cuvelage, quand les collets ont été boulonnés avec force. Il est important que les lamelles de plomb employées dans ces conditions, soient d'une épaisseur uniforme et composées, autant que possible, d'un petit nombre de pièces, parce que le joint est plus difficile à faire aux points de jonction de ces pièces.

Nous avons eu l'occasion de constater, lors de la descente de notre cuvelage, que les joints ainsi faits tenaient parfaitement l'eau.

Afin de garantir le revêtement métallique contre l'oxidation, on a recouvert tous les tronçons, à l'intérieur et à l'extérieur, d'une couche de minium. Bien que la dépense

mètre intérieur, devant supporter une pression de 10 atmosphères, les pièces devraient avoir au moins $0^m,50$ d'épaisseur à la base du revêtement; les douves du cuvelage de Stiring, qui se trouvait dans ce cas, n'avaient que $0^m,25$.

résultant de cette opération ne soit pas énorme, c'est peut-être là un surcroît de précaution dont on pourrait se dispenser, du moins quant à l'extérieur ; car cette couche de minium disparaît presque entièrement, par le frottement des cuillères, lorsqu'on fait le bétonnage. D'ailleurs le cuvelage ne devant pas être mouillé si le bétonnage a bien réussi, l'oxidation ne devrait guère se produire en dehors ; en dedans, il sera toujours facile, à toute époque, de mettre une peinture sur le cuvelage, si on le juge nécessaire. Au surplus, l'application d'une couche de goudron coûterait moins cher que la peinture au minium.

Les pièces du cuvelage de Saint-Vaast, composé ainsi que nous venons de le dire, présentent des dimensions assez considérables ; les tronçons inférieurs en fonte pèsent, en moyenne, 6,000 kilogr. chacun, soit 4,000 kilogr. par mètre de hauteur.

Les premiers constructeurs à qui nous nous sommes adressé pour la fabrication de ces pièces, ne crurent pas pouvoir réussir un pareil travail, et ils nous donnèrent l'avis de former des tronçons cylindriques par la réunion de segments, qui seraient juxtaposés et boulonnés après avoir été rabotés avec soin. Ce nouveau mode de construction eût présenté beaucoup d'inconvénients et plus de difficultés que celui que nous avons adopté ; car s'il est vrai que l'on eût donné à chaque tronçon une plus grande hauteur, il faut bien reconnaître aussi que leur exécution eût exigé un ajustement extrêmement précis, et qu'en tournant les collets horizontaux isolément sur chaque segment, il eût été impossible, pour ainsi dire, d'obtenir des joints étanches. Bien d'autres difficultés se fussent présentées encore par l'application des tronçons formés de segments boulonnés, et notamment il eût été peu facile de faire l'essai des pièces, avant de les mettre en usage, tandis que cette opération est très-simple pour les tronçons cylindriques d'une seule pièce.

C'est M. Denis Detombay, fondeur à Châtelineau, qui a osé

entreprendre l'exécution de nos tronçons, alors que beaucoup de démarches infructueuses avaient été faites déjà auprès d'autres industriels.

Le prix de la livraison fut fixé, par contrat, à fr. 25 75 c. par 100 kilogr., y compris le tournage des collets, le forage des trous de boulons et le transport des pièces à pied d'œuvre.

Les premiers essais de M. Detombay ne furent pas couronnés d'un plein succès ; il parvint néanmoins, après avoir fait quelques tronçons, à réussir complétement la coulée de tous les autres (1). Cependant, la perte de temps occasionnée par les premières tentatives, avait mis notre constructeur dans l'impossibilité de livrer toutes les pièces en fonte, dans le délai assigné par notre convention ; le puits de Saint-Vaast était prêt, et il importait de placer immédiatement le cuvelage, afin d'éviter que, par un chômage trop prolongé, des éboulements ne survinssent dans ce puits, dont les parois, comme on sait, n'étaient pourvues d'aucun moyen de soutènement provisoire. C'est alors, qu'après avoir tenté inutilement de faire reprendre une partie de la commande de M. Detombay par d'autres établissements de fonderie, nous avons pris le parti de faire exécuter, la partie supérieure de notre cuvelage, en tôle de fer.

Les tronçons en fer ont été construits par la société de Monceau-sur-Sambre, au prix de 48 fr. les 100 kilogr.

Ces pièces sont formées d'un cylindre en tôle de $1^{m},50$ de hauteur et de $3^{m},85$ de diamètre extérieur, renforcé par trois cercles en fonte ayant la forme d'une équerre ; deux de ces cercles sont rivés avec soin, en haut et en bas, pour for-

(1) Depuis l'époque ou l'on a exécuté ces tronçons de cuvelage (1855), la construction des grandes pièces annulaires en fonte est devenue une chose abordable par tous les fondeurs. On a fait notamment chez MM. Cambier frères, à la Louvière, en 1857, des tubes analogues à ceux de notre cuvelage, pour la construction de piles de pont destinées à un chemin de fer espagnol ; et en 1858, MM Delebecque et Ce, à Baume, ont fait des tronçons en fonte de $4^{m},50$ de diamètre et de 1 mètre de hauteur pour le charbonnage de la Louvière à Saint-Vaast. Ce sont aussi MM Delebeque et Ce qui ont fait, en 1860, notre cuvelage du puits Sainte-Marie de Péronnes.

mer les collets d'assemblage, tandis que le troisième est placé au milieu de la hauteur du cylindre, pour servir de renfort ; ce dernier n'est rivé que sur quelques points de la circonférence. La fig. 59, pl. IX, fait voir la coupe de deux de ces tronçons, qui se trouvent à la partie supérieure du cuvelage.

Chaque cylindre est formé par douze tôles juxtaposées, de 1^m,50 de hauteur sur 1 mètre de largeur dans le sens du cintre ; elles sont réunies les unes aux autres, par un double rang de rivets, au moyen de petites lattes verticales, c'est-à-dire sans *recoutelage*, ce qui permet d'obtenir plus aisément une forme tout à fait ronde, et ce qui rend l'assemblage avec les cercles plus parfait.

On a employé 28 tronçons en tôle, répartis en quatre séries : ceux de la série inférieure ont 17 $^1/_2$ millimètres d'épaisseur, ceux de la seconde 15, ceux de la troisième 12 $^1/_2$ et ceux de la quatrième 10 millimètres. Les cercles de consolidation de la première et de la seconde séries ont une section de 68 centimètres carrés et pèsent, chacun, 590 kilogr. ; ceux de la troisième et de la quatrième séries n'ont que 54 centimètres carrés ; ils pèsent 460 kilogrammes.

Certes, les cuvelages en tôle construits comme nous venons de l'indiquer, présentent une grande résistance à l'écrasement, et si on leur applique la formule, on trouvera qu'ils sont dans de bonnes conditions. Les pièces en tôle ont, d'ailleurs, l'avantage de la légèreté ; car on ne pourrait arriver à couler les pièces de fonte aussi minces qu'elles pourraient l'être théoriquement pour les parties supérieures du revêtement ; elles présentent aussi l'avantage de ne pas être sujettes à la rupture, soit par des chocs, soit tout autrement ; si les cercles de renfort venaient à se casser, on pourrait aisément les remplacer, sans que le cuvelage manquât de rester étanche. Mais l'oxidation de la tôle serait peut-être plus rapide que celle de la fonte ; les cuvelages en fer coûtent plus que les autres, et l'épaisseur à donner aux tôles pour pouvoir les cintrer et les river

aisément, a des limites que l'on ne peut guère dépasser. Si l'on appliquait la tôle à de grandes profondeurs, il faudrait donc suppléer à cette épaisseur, par un plus grand nombre de cercles de renfort.

Poids du cuvelage.—En résumé, notre cuvelage de Saint-Vaast se composait de :

18	tronçons en fonte,		pesant 112,418k,	soit par mèt.	4,164k,
7	id.	en fer et fonte	33,880k,	id.	3.227k,
7	id.	id.	30,044k,	id.	2,861k,
7	id.	id.	25.053k,	id.	2.386k,
7	id.	id.	22,575k,	id.	2,150k,
46	tronçons, y compris la boîte à mousse,		223,970k,	moyenne par mètre...	3.246k.

Les pièces accessoires, boulons d'assemblage, torches en plomb, etc., etc., pesaient environ 21,000k; le poids total du cuvelage mis en place, était donc de 245.000k. En moyenne, chaque mètre de hauteur du cuvelage a coûté :

Pour les pièces en fonte			fr.	1.078
Id.	en fer et fonte	1re série		1,520
Id.	id.	2e »		1.336
Id.	id.	3e »		1,150
Id.	id.	4e »		1,029
		Moyenne générale.	fr.	1,181 (1)

BOÎTE A MOUSSE.

L'appendice que nous appelons *boîte à mousse* et qui se trouve adapté à la partie inférieure de la colonne métallique, est formé d'un cylindre en fonte d'un diamètre plus petit que celui du cuvelage, ce qui lui permet de s'emboîter dans le tronçon qui se trouve à la base.

(1) Il y aurait 30 pour cent d'économie à réaliser sur ce prix, si l'on faisait aujourd'hui un cuvelage entièrement en fonte, tel que le projet en avait été conçu.

Ce cylindre a $1^m,80$ de hauteur; il est armé à sa partie inférieure d'un sabot en bois, destiné à porter, d'une part, sur le fond du puits, et à former, d'autre part, une des parois horizontales de la boîte à mousse. Le rebord extérieur en fonte qui termine le dernier tronçon du cuvelage, forme l'autre paroi horizontale de cette boîte. Le sabot est fait de seize pièces de bois de $0^m,40$ de hauteur sur $0^m,20$ de largeur, placées en polygone régulier; ces pièces sont assujetties au cylindre au moyen de boulons à tête perdue. L'appareil est suspendu par des tringles en fer, qui l'empêchent de sortir du cuvelage, mais qui lui permettent de s'en rapprocher, lorsqu'une pression est exercée sur le sabot.

La fig. 58, pl. IX, indique mieux qu'on ne pourrait l'expliquer, le mouvement du cylindre de la boîte à mousse dans le cuvelage.

Entre le sabot, le rebord extérieur du dernier tronçon du cuvelage et les parois du cyliudre, on bourre avec soin un matelas de mousse, que l'on maintient en place, pendant la descente du cuvelage, au moyen d'un filet de pêcheur, serré sur tout le pourtour.

L'effet de la boîte à mousse se comprendra aisément : le cuvelage, portant cet appareil à sa partie inférieure, est descendu dans le puits, par le moyen que nous indiquerons ci-après; dès qu'il arrive en bas de l'avaleresse, le sabot s'arrête sur la roche dure qui forme le fond, tandis que le cuvelage, continuant à descendre, vient presser de tout son poids sur la boîte. La mousse est alors fortement comprimée contre les parois du terrain, et forme ainsi un bouchon qui intercepte toute communication entre le terrain aquifère et le fond du puits.

Indépendamment de la charge du cuvelage, on pourrait employer, au besoin, des moyens de compression, pour augmenter cet effet; il serait facile, par exemple, de charger la colonne à sa partie supérieure, ou bien d'exercer un effort

de traction sur le sabot, au moyen de tiges préalablement fixées à cette partie de la boîte.

Le poids de notre cuvelage de S^t.-Vaast étant suffisant, nous n'avons pas cru devoir recourir ici à l'emploi de moyens accessoires de compression; la boîte à mousse, qui avait $1^m,10$ de hauteur libre au moment de la descente, a été resserrée des 5/6 par la charge, de telle façon que le bouchon de mousse était réduit à une hauteur de 20 centimètres environ.

La surface annulaire de la boîte a $0^m,20$ de largeur; sa section totale est donc de $2^{m2},50$. Si l'on répartit sur cette surface toute la charge du cuvelage, on trouve que la compression exercée sur la mousse est de 10 kilogrammes par centimètre carré.

On remarquera, sur le dessin, que le sabot et le rebord en fonte du cuvelage portent, vers l'extérieur de la boîte à mousse, des segments en tôle mince ($0^m,005$) qui, rabattus, formeraient un disque annulaire. Ces segments sont relevés, au moment où l'on descend le cuvelage, de manière à former un angle à l'horizon de 30 à 35 degrés, et à déterminer ainsi une surface conique, qui tend à pousser la mousse contre le terrain lorsque viennent les premiers moments de la compression. Si, pour atteindre ce but, on avait coupé en biseau le fond du cuvelage et le sabot, il en fût résulté un grand inconvénient : c'est que la compression de la mousse eût été arrêtée dès que les biseaux se seraient rencontrés. Il n'en est pas de même avec les segments en tôle mince, qui, placés comme nous l'indiquons, peuvent laisser ainsi toute limite au rapprochement des deux parois de la boîte à mousse; en effet, dès que la compression devient assez forte, ces segments se rabattent sur le plan horizontal, et les surfaces inclinées disparaissent.

Quant au filet qui serre le matelas de mousse, il se déchire quand la boîte se ferme, et il n'a plus dès lors aucune utilité.

Nous ferons encore une observation sur les précautions à

prendre pour appliquer la boîte à mousse, c'est que, pour éviter le démantèlement de cette boîte pendant la descente du cuvelage, on doit avoir soin de creuser, le dernier mètre du puits, sur un diamètre un peu plus petit que le dessus, afin que la boîte ne puisse frotter contre le terrain que lorsqu'elle est près d'arriver à fond. Cette précaution a pour but aussi d'éviter les éboulements qui pourraient se produire tout le long des parois de l'excavation, par le frottement de l'appareil; enfin elle contribue puissamment au succès de la boîte à mousse, car le matelas serrant déjà contre les parois verticales de l'excavation au moment où elle s'y introduit, il y a beaucoup de chance pour qu'après la fermeture de la boîte, la mousse soit comprimée fortement contre ces parois; c'est ce qui doit assurer la réussite de l'opération.

§ 2. — Préparation des pièces de cuvelage : Tournage des collets; — Forage des trous.

Le tournage des collets des tronçons de cuvelage est une opération fort simple, mais dont l'exécution nous a occasionné beaucoup de contrariétés et des dépenses notables, en frais de premier établissement. Il était de la plus grande importance, comme nous l'avons déjà dit, que les deux collets de chaque pièce fussent tournés parallèlement, pour avoir la colonne tout à fait verticale. Les grands tours, que l'on ne rencontre que dans deux ou trois ateliers de construction de notre pays, et qui sont destinés à tourner soit des roues de locomotive, soit des cylindres à vapeur de grandes dimensions, n'étaient même pas convenables pour faire l'opération du tournage, ainsi que nous voulions l'exécuter. D'ailleurs en admettant que, moyennant quelques frais d'appropriation, on nous eût permis de nous servir de l'un de ces tours, nous aurions eu à supporter la dépense à faire pour transporter nos énormes pièces de cuvelage, depuis la fonderie jusqu'aux

ateliers, et ensuite de ces derniers jusqu'à St.-Vaast; nous avons donc trouvé qu'il y aurait avantage à faire construire un tour spécial, et à l'installer dans notre établissement.

Cet outil exécuté dans les ateliers de MM. Parmentier frères, à la Louvière, a été attelé sur une petite machine de quatre chevaux, qui nous servait à pomper l'eau pour l'alimentation de notre chaudière à vapeur; au moyen d'un embrayage, on pouvait à volonté faire mouvoir cet appareil ou en arrêter la marche.

Voici comment se faisait le travail du tournage : la pièce de cuvelage était roulée sur le terrain, et amenée auprès du tour, où on la fixait sur un chariot affleurant au niveau du sol; le chariot, roulant sur un chemin de fer, introduisait la pièce à tourner sur un mandrin, où elle était calée avec soin, puis soumise à l'opération du tournage.

Toutes les manœuvres que ce travail nécessitait avaient lieu avec la plus grande facilité; on tournait au moins une pièce chaque jour, même sans travailler la nuit.

Une autre opération qui a exigé aussi beaucoup de manœuvres, est celle du forage des trous des collets. On avait laissé des broches à la coulée, pour l'un des collets de chaque pièce; mais les trous de l'autre collet devaient être forés ultérieurement. Il fallut donc présenter l'un sur l'autre tous les tronçons de cuvelage, pour tracer les trous, parce qu'il était impossible de compter sur une division exacte à tracer à la main, attendu que la moindre différence eût pu donner lieu à des embarras et à des retards continuels, lorsqu'on aurait placé les pièces en colonne.

Pour faire ce travail, nous nous sommes servi avec avantage du chemin de fer placé à 9 mètres au dessus du sol, et qui avait été monté, on se le rappelle, pour le travail du sondage. Au moyen de deux grues placées sur des chariots, mobiles sur le chemin de fer, les pièces furent soulevées par quatre hommes, et présentées successivement les unes sur les autres.

Le travail était ordonné de la manière suivante : la pièce tournée pendant le jour, était présentée dans la soirée pour marquer les trous ; puis elle était forée la nuit. Ce dernier travail était fait à l'entreprise, au prix de 8 fr. pour les 45 trous de 3 centimètres de diamètre, soit fr. 0,18 par trou de boulon.

En somme, il suffisait donc de 24 heures de travail, pour amener la pièce au tour, la tourner, la ramener ensuite auprès du puits pour la présenter à la pièce à laquelle elle devait être assemblée, et enfin forer les trous des collets.

Certes, lorsqu'on se trouvera dans l'occasion d'exécuter encore des travaux analogues à ceux de St-Vaast, il faudra chercher autant que possible à faire préparer tous les ajustements des pièces de cuvelage dans les ateliers de fonderie, de telle sorte qu'on n'ait plus qu'à les mettre en place quand elles arrivent à l'établissement. Mais, pour un premier travail, outre la nécessité dans laquelle on se trouvait de suivre une autre marche, il était important de pouvoir surveiller soi-même toutes les opérations accessoires. Nous devons dire, d'ailleurs, qu'à part la dépense faite pour le tour, dont vraisemblablement on trouvera le réemploi, le tournage des pièces de cuvelage ne nous a pas coûté fort cher : nous estimons, qu'en moyenne, le prix de revient de cette opération ne dépassait guère fr. 0,75 par 100 kilogrammes. Les frais en furent supportés par l'entrepreneur, pour les pièces en fonte.

ÉPREUVE DES PIÈCES.

Tous les tronçons du cuvelage ont été essayés avant d'être mis en œuvre. La pression à laquelle on a soumis les premières pièces, atteignait vingt atmosphères; puis on a réduit successivement jusqu'à dix atmosphères.

Cette opération de l'épreuve des pièces paraissait au premier abord devoir présenter beaucoup de difficultés ; on était

préoccupé de l'idée de leur faire subir une pression à l'intérieur, ainsi que cela se fait pour les chaudières à vapeur et les tuyaux hydrauliques. Mais, outre que ce moyen ne serait pas facile à mettre en pratique, à cause de la dimension des plateaux de fermeture et de l'effort énorme qu'ils devraient supporter pendant l'opération, l'épreuve ainsi faite ne serait pas concluante, attendu que les pièces de cuvelage doivent résister à l'écrasement et non pas à l'extension. C'est donc une pression extérieure qu'il faut leur faire subir.

Nous employons, dans ce but, un procédé extrêmement simple : on plonge le tronçon à essayer dans une cuve d'un diamètre un peu plus grand que le sien, et l'on injecte de l'eau, avec une pompe foulante, dans l'espace annulaire restant entre les deux pièces.

La fig. 56, pl. IX, représente la cuve d'essai, et fait voir un tronçon de cuvelage placé dans cette cuve, au moment où l'on va le soumettre à l'expérience.

Ainsi qu'on peut le remarquer, la cuve d'essai porte, en bas, un collet intérieur, et, en haut, un collet extérieur ; le premier s'assemble avec l'un des collets de la pièce à essayer, l'autre vient affleurer au niveau du second collet de la dite pièce ; un plateau annulaire placé sur ces deux derniers collets ferme l'espace compris entre la cuve et le tronçon de cuvelage. C'est dans cet espace que, après avoir rendu les joints étanches, on injecte l'eau avec la pompe. La cuve d'essai est pressée intérieurement et le tronçon du cuvelage extérieurement.

Nous avons installé notre cuve d'essai au dessous du chemin de fer de service, dans une excavation d'environ $1^m,30$ de profondeur, de telle sorte que le collet supérieur se présentait au niveau du sol.

Le tronçon à essayer était descendu dans la cuve, au moyen de deux grues placées sur un chariot roulant sur le chemin de fer, et c'est alors que l'on présentait les pièces, les unes

sur les autres, pour marquer les trous de boulon, soit avant soit après l'opération de l'épreuve.

L'assemblage du plateau de la cuve et de la pièce à essayer se faisait, non pas avec des boulons, mais avec des agrafes en fer, ainsi que le fait voir le dessin. C'est qu'en effet il eût été difficile de faire correspondre les trous de boulon de toutes les pièces du cuvelage, et que, d'ailleurs, le nombre des agrafes pouvant être augmenté de manière à les serrer l'une contre l'autre, on avait ainsi plus de facilité pour former des joints étanches. Nous avons toujours employé avec succès, pour atteindre ce but, des torches de chanvre au minium; les cordes en caoutchouc, que nous avons quelquefois essayées, tenaient moins bien que le chanvre; ce dernier se laisse plus facilement *brandir*, lorsqu'une fuite se présente en un point quelconque; tandis que le joint en caoutchouc, lorsqu'il est mauvais, doit être complétement renouvelé.

La cuve d'essai avait été construite avec soin, et au moyen de tôles de 2 centimètres d'épaisseur; de plus, elle était renforcée extérieurement par des cercles en fer battu, presque juxtaposés, de 4 centimètres d'épaisseur ; ces cercles étaient serrés fortement contre la cuve. Malgré tant de précaution, nous avons eu infiniment de difficulté à contenir l'eau dans cette cuve, pendant les opérations ; car dès que la pression atteignait certaines limites, un grand nombre de rivures faisaient défaut, et il fallait les remater presque chaque fois. Nous conseillons de faire usage, à l'avenir, de cuves en fonte, que l'on pourrait, au besoin, former de deux ou trois anneaux assemblés extérieurement, ce qui rendrait la pièce plus facile à transporter.

Le résultat des épreuves que nous avons fait subir à tous nos tronçons de cuvelage, ont démontré combien cette opération préalable était nécessaire; plusieurs pièces laissèrent apercevoir des défauts, et durent être rebutées ou bien conservées pour la partie supérieure du revêtement.

Les pièces de cuvelage en tôle ont dû être esssayées, pres-

que toutes, deux et même trois fois, malgré tout le soin que l'on avait pris de bien remater les joints et les rivets.

PEINTURE DES PIÈCES.

En sortant de la cuve d'essai, les pièces étaient rangées dans la cour de l'établissement, d'après leur numéro d'ordre, de manière à présenter une longue file, d'où elles étaient prises, une à une, pour être descendues dans le puits. Au fur et à mesure qu'elles arrivaient à la file, elles étaient peintes au minium, intérieurement et extérieurement. Cette peinture avait le temps de sécher avant la descente de la pièce.

§ 3. — Descente du cuvelage.

Le moyen de mettre en place la grande colonne métallique destinée à former le cuvelage, était un obstacle à l'emploi de la fonte pour le revêtement des puits forés par le procédé Kind. En effet, bien qu'avec des échafaudages suffisamment solides et des cordages ou des tiges rigides de fortes dimensions et multipliées selon les cas, on puisse parvenir à descendre de fortes charges, il n'en est pas moins vrai que lorsqu'il s'agit de placer à une grande profondeur une colonne de 2 à 300,000 kilogrammes, l'emploi des moyens ordinaires peut devenir, si pas impossible, du moins extrêmement coûteux.

Le procédé que nous mettons en usage pour descendre les cuvelages ne présente pas ces inconvénients. Nous plaçons, à la partie inférieure de la colonne, un fond avec tube d'équilibre, qui permet à la dite colonne de déplacer un grand volume d'eau, et de s'alléger ainsi de la plus grande partie de son poids.

Nous allons donner quelques détails sur la construction de cet appareil et sur la manière dont il fonctionne, fig. 4, pl. VII, et fig. 57, pl. IX.

A l'un des rebords ou collets inférieurs du cuvelage, le troisième, par exemple, afin de laisser les deux premiers tronçons tout à fait libres pour le jeu de la boîte à mousse, se trouve adapté le fond dont il s'agit; il est fait en fonte, et représente une calotte sphérique terminée par un rebord aplati, au moyen duquel on le boulonne sur un plateau annulaire, qui est lui-même assemblé au collet du cuvelage. Le plateau est formé de plusieurs pièces boulonnées entre elles; il a pour but de rendre possible le démontage et l'enlèvement de l'appareil d'équilibre, lorsque toutes les opérations sont terminées, et que le puits est rendu accessible. Le fond porte au milieu, une ouverture circulaire sur laquelle on place une colonne métallique en fonte ou en tôle, de $0^m,30$ à $0^m,40$ de diamètre; c'est là ce que nous appelons la colonne centrale ou tube d'équilibre. On peut former ce tube de tuyaux de pompes ordinaires, ceux que l'on a sous la main. De distance en distance (7 à 8 mètres), on perce la colonne d'équilibre de petits trous de 9 à 10 millimètres de diamètre; ces trous servent à faire entrer l'eau dans le cuvelage au fur et à mesure que celui-ci doit s'enfoncer.

Voyons maintenant ce qui se passe pendant l'opération de la descente du cuvelage : d'abord on fait arriver jusqu'à la tête du niveau, et par les moyens que nous indiquerons ci-après, quelques tronçons, assemblés avec le fond et le bout du tube d'équilibre, et on les fait plonger dans l'eau. Le liquide monte dans le tube et tout autour des tronçons; l'intérieur de ces derniers reste vide.

Si on abandonnait alors la partie de cuvelage ainsi descendue, elle s'enfoncerait dans l'eau jusqu'à ce que le poids du liquide déplacé fût égal au poids des pièces, c'est-à-dire que le tout nagerait à la façon d'un bateau. On pourrait ensuite ajouter successivement, à cette première partie du cuvelage,

tous les tronçons qui doivent le compléter, en allongeant toujours le tube d'équilibre, de façon à ce que le liquide puisse se maintenir dans ce tube sans entrer dans le cuvelage. Ce dernier s'enfoncerait dans l'eau par son propre poids.

Mais si l'on se bornait à placer ainsi et tronçons et allonges du tube d'équilibre, il arriverait un moment, quand tous les cylindres seraient placés, où le cuvelage ne descendrait plus; il resterait flottant. C'est pour le forcer à descendre jusqu'au fond du puits, que l'on introduit de l'eau à l'intérieur, par les petits trous que l'on a ménagés dans la colonne d'équilibre. Ces trous, maintenus fermés par des vis, peuvent s'ouvrir et se boucher à volonté, pourvu que l'on ait soin de ne jamais les laisser noyer, c'est-à-dire de fermer ceux d'en bas pour ouvrir plus haut, à mesure que le niveau de l'eau monte dans le cuvelage (1).

L'exposé qui précède, fait suffisamment comprendre la théorie de la descente des cuvelages par la *flottaison*.

En pratique, il y aurait de graves inconvénients à suivre rigoureusement la marche que nous avons indiquée; car en l'abandonnant à lui-même, le cuvelage nagerait et ne serait pas en équilibre stable; le mouvement de flottaison le ferait constamment ballotter; la boîte à mousse frotterait contre les parois du puits et se déformerait, sans aucun doute; enfin, le cuvelage lui-même, lorsqu'il arriverait à fond, ne viendrait pas s'asseoir de niveau ni juste au milieu du puits, et l'espace annulaire à bétonner deviendrait dès lors tout à fait irrégulier.

Pour éviter tous ces inconvénients, et pouvoir rester maître de la marche de l'opération, on tient le cuvelage suspendu, pendant toute la durée de la descente, par des tiges rigides, dont le mouvement est commandé de la surface; on peut

(1) Cette recommandation n'est pas inutile, ainsi que l'on pourra s'en convaincre en lisant l'extrait du journal des travaux.

ainsi limiter l'immersion de la colonne, et lui conserver en tout temps une charge de 25 à 30,000 kilogrammes, ce qui suffit largement pour la faire descendre parfaitement d'aplomb.

Les détails de l'appareil de suspension employé à St.-Vaast, sont indiqués par les figures 4 et 5, planche VII. La charpente sur laquelle il est établi, est formée par les deux longues poutres qui ont servi antérieurement à porter le chemin de fer établi à 9 mètres au-dessus du sol. Ces poutres, ainsi que nous l'avons dit au chapitre premier, étaient reliées, par des tirants en fer, avec quatre sommiers en chêne placés en croix sur les murs de la tour de sondage. Pour renforcer encore cette charpente, nous avons placé, au-dessous des pièces du chemin de fer, quatre montants ou supports en sapin de $0^{m},45$ d'équarrissage, portant sur un cadre ou semelle placé au niveau du sol. On a monté sur cet échafaudage, six tiges de suspension, que l'on a assemblées au cuvelage au moyen d'un cercle en fonte fixé au-dessous du collet d'assemblage des tronçons n°s 3 et 4; ce collet avait été renforcé spécialement dans ce but.

Le cercle d'attache, composé de six pièces assemblées entre elles, était boulonné lui-même au collet du cuvelage ; il était fait de manière à présenter à l'intérieur de ce dernier, six saillies ou œillets destinés à recevoir les tiges (voir fig. 68 et 69).

Chaque tige de suspension est formée de trois parties distinctes : le bout de tige qui la termine à sa partie inférieure et dont l'extrémité est filetée pour recevoir un écrou d'arrêt, après qu'elle a été introduite dans l'œillet du cercle d'attache (fig. 65); la vis de rappel, longue de 4 mètres au moins, qui se trouve à son extrémité supérieure, et qui est commandée par une roue dentée, mise en mouvement au moyen de manivelles (fig. 63 et 64); enfin la partie du milieu, qui réunit la vis et le bout inférieur dont il s'agit ci-dessus ; elle se compose d'allonges de 4 mètres de longueur et de 4 centimètres

d'équarrissage, assemblées les unes aux autres comme des tiges de sondage, fig. 27; ce sont ces allonges que l'on ajoute successivement à mesure que le cuvelage descend, ainsi que nous allons l'expliquer.

Pour procéder à l'opération de la descente, on a d'abord installé sur la charpente de suspension, les six vis avec leurs engrenages et leurs manivelles, puis on a monté la boîte à mousse et les quatre premiers tronçons, sur le plancher de travail placé à trois mètres au-dessous du sol, soit 12 mètres au-dessous du niveau de la charpente. On a mis ensuite le cercle d'attache, et l'on a relié les tiges avec les vis, de manière à suspendre tout l'appareil.

Il était important d'avoir le moins de charge possible à faire porter sur la charpente pour cette première période de l'opération, qui était du reste la plus difficile. Les quatre premiers tronçons étaient nécessaires pour monter le fond et le tube d'équilibre, ainsi que le cercle et les tiges de suspension. Le poids total de ces diverses pièces était d'environ 30,000 kilogrammes.

On se représentera aisément la position de l'appareil au moment de commencer l'opération de la descente; nous allons en suivre le mouvement.

Les vis de rappel sont remontées et dépassent le plancher de la charpente, de toute leur hauteur. Deux ouvriers sont attelés à chacune des six vis, pour marcher à l'unisson sur le commandement du chef-sondeur. On fait mouvoir en même temps toutes les manivelles, et dès-lors les six tiges, de même que le cuvelage, descendent uniformément jusqu'à ce que, les vis de rappel ayant parcouru une course de 4 mètres, on commande le mouvement d'arrêt. On suspend alors le cuvelage sur des poutres placées à l'orifice du puits, au moyen de fourches de retenue prenant au-dessous de l'épaulement des tiges, absolument comme s'il s'agissait d'un appareil de sondage; on détache les vis de rappel et on les remonte à vide sur 4 mètres de hauteur; on remet une nouvelle série de

tiges de 4 mètres, on rattache les vis de rappel et on retire les fourches de retenue; puis on reprend la descente jusqu'à ce qu'on ait fait une nouvelle étape de 4 mètres.

En répétant la manœuvre que nous venons d'indiquer, et en ajoutant à chaque nouvelle descente une nouvelle série de tiges de 4 mètres, l'appareil arrive à la tête du niveau, là où il commence à nager.

C'est seulement alors que l'on se prépare à placer successivement tous les tronçons du cuvelage.

Pour enfiler sur la colonne un nouveau tronçon, on profite de l'instant où les vis de rappel sont détachées des tiges de suspension et séparées de ces dernières par un espace libre de 4 mètres ; on peut alors glisser le tronçon au milieu du puits, sur les poutres de retenue; puis après avoir raccordé les vis et les tiges, on suspend le tronçon à la corde de la *machine-cabestan* au moyen de six petites chaînettes passant dans les trous de boulons d'un des collets. Dès que les fourches et les sommiers de retenue sont retirés, on descend le tronçon jusqu'à ce qu'il vienne se poser sur la colonne à laquelle il doit s'assembler. Il reste alors à faire le joint, c'est-à-dire à placer les boulons, que l'on serre fortement, et à remater à l'intérieur et à l'extérieur la lamelle de plomb interposée entre les deux collets.

Pour remater le joint à l'intérieur, il est nécessaire de ménager, à peu de distance du niveau de l'eau, une petite galerie faisant le tour du puits, afin que les ouvriers puissent s'y installer pour faire l'opération, au moment où le joint se présente à la hauteur de cette galerie. Cela deviendrait inutile, si le puits préparatoire que l'on fait jusqu'à la tête du niveau était assez large et qu'il restât un espace suffisant pour se placer entre ses parois et celles du cuvelage; mais quand le niveau est bas, comme cela se présentait à Saint-Vaast (à 35 mètres), il y a économie à établir la galerie plutôt que de creuser le puits sur un très-grand diamètre.

Lorsque tous les tronçons du cuvelage sont placés et qu'on

a descendu la colonne métallique jusqu'à peu de distance du fond, il est bon de procéder au curage du puits avant de toucher; car il peut arriver que de petits éboulements se produisent pendant la descente du cuvelage, et qu'il se dépose sur le fond du puits des débris de roche qui empêchent le sabot de la boîte à mousse de s'asseoir convenablement.

Le curage peut se faire avec facilité par la colonne centrale au moyen d'un instrument à charnières, figures 60 et 61, pl. IX, qui est fait de manière à racler le fond du grand puits, et à faire tomber au centre, dans le petit trou de sonde, tout ce qui pourrait s'y être déposé.

On peut aussi se servir, à cette fin, des instruments *dragueurs* que nous avons décrits précédemment.

Dès que le curage est fait, on reprend l'opération de la descente de la colonne, que l'on continue avec précaution, de manière que le sabot vienne poser doucement sur le fond du puits. La charge du cuvelage augmente lentement, à mesure qu'on le laisse aller et que l'eau s'introduit dans l'intérieur par les trous de la colonne d'équilibre; la boîte à mousse se ferme uniformément sur tout le pourtour; et enfin, lorsque toute la charge presse dessus, elle se serre fortement. Il faut avoir soin, dans ce moment, de ne pas abandonner le cuvelage à lui-même, de crainte qu'il ne se jette de côté dans l'espace libre où il se trouve. C'est pour éviter cet inconvénient que, à Saint-Vaast, nous avons attendu, pour retirer les tiges de suspension, que le bétonnage fût fait.

On peut d'ailleurs caler le cuvelage à sa partie supérieure en fixant trois ou quatre pièces de bois du diamètre du puits sur le collet du dernier tronçon, ainsi que nous l'avons fait à Péronnes; on parvient également de cette manière à le maintenir vertical, et il n'y a plus, dès lors, aucun inconvénient à retirer les tiges qui peuvent gêner pour la suite du travail.

§ 4. Bétonnage.

L'opération du bétonnage consiste à remplir d'un mortier hydraulique l'espace annulaire laissé, entre la surface extérieure du cuvelage et les parois du puits, sur toute la hauteur de ce dernier.

C'est au moyen de petites caisses de forme circulaire, dites cuillères de bétonnage, que l'on descend le béton dans cet espace profond et étroit.

Nous allons décrire la manière dont s'effectue l'opération.

Disons d'abord que la désignation de béton, employée dans cette circonstance, est assez impropre ; car la composition du mélange employé pour faire le bétonnage en fait un véritable mortier. Il est formé de chaux hydraulique, de sable quartzeux, de trass et de ciment anglais.

Les trois premiers élements constituent un mortier hydraulique excellent ; l'addition d'une certaine quantité de ciment-médina augmente le degré de durcissement, et paralyse le retrait qui pourrait se produire par la solidification d'un mortier trop calcareux.

Il y a ici deux écueils à éviter : ou le durcissement du mortier peut se faire trop rapidement, auquel cas il ferait prise déjà dans la cuillère qui sert à le descendre, et il ne se lierait pas bien avec le mortier déjà placé ; ou bien le durcissement peut ne pas se faire assez vite, et les couches successives de béton que l'on descendrait derrière le cuvelage formeraient une masse liquide dont les éléments pourraient se séparer par l'action de la pesanteur qui agirait différemment sur chacun d'eux. Cet effet pourrait d'autant plus facilement se produire qu'il faut un temps assez long pour bétonner sur toute la hauteur du puits, et que la descente des cuillères met constamment en mouvement la masse liquide. Le ciment anglais accélère la solidification du béton, tout en laissant la pâte dans un état qui permet aux mélanges successifs de se lier les uns aux autres.

Nous avons fait un grand nombre d'expériences en petit sur les mortiers hydrauliques obtenus en mêlant dans diverses proportions la chaux, le sable, le trass et le ciment. La composition que nous avons reconnue la meilleure et que nous avons adoptée pour le bétonnage de Saint-Vaast, était faite comme suit :

Chaux hydraulique de Thiméon	1	partie,
Sable de Carnières	1	»
Trass d'Andernacht	1	»
Ciment anglais médina	1/2	»

La chaux employée était éteinte par aspersion, puis tamisée avec un tamis en toile métallique à mailles très-serrées.

Chaque mélange ou pâté était formé d'un demi-hectolitre des trois premiers matériaux et d'un quart d'hectolitre de ciment.

Sur un plancher bien uni et préparé à cette fin à côté du puits, on mêlait d'abord à sec le sable et la chaux, puis on y ajoutait le trass et ensuite le ciment. Lorsque le tout avait été bien remué de façon à rendre le mélange uniforme, on arrosait doucement en agitant de nouveau toute la masse, à grands renforts de bras, jusqu'à ce qu'elle formât une pâte consistante et bien liée.

Le gâteau ainsi préparé était descendu dans un bac, jusqu'à la tête du cuvelage, où se faisait le remplissage des cuillères à bétonner.

Six caisses ou cuillères étaient installées sur le pourtour du puits et fonctionnaient, soit en même temps, soit successivement, de manière à déposer le mortier en six points différents de la circonférence, ce qui suffisait pour remplir uniformément l'espace annulaire. Il y avait pour les six cuillères, six treuils à engrenages (n° 1) placés sur le plancher de la charpente, et six autres aux treuils (n° 2) établis à l'orifice du puits. Le service de chaque cuillère de bétonnage était fait par deux treuils, un de chaque catégorie.

La caisse ou cuillère de bétonnage, figures 70 et 71, pl. IX, présente la forme d'un parallélipipède rectangle au-

quel on aurait fait subir une légère courbure ou cintrage, pour faciliter l'entrée dans l'espace annulaire à bétonner; un piston est emboîté dans cette caisse et peut s'y mouvoir de haut en bas. Ces caisses sont faites de deux tôles minces (3 millimètres d'épaisseur) fixées sur deux montants en bois de 7 à 8 centimètres d'équarrissage, laissant entre eux le vide qui forme la cuillère. Un demi-cercle en fer, en forme d'anse de panier, est assemblé sur les montants et sert à porter, d'une part, le bout taraudé au moyen duquel la cuillère peut se visser à une tige de suspension, et, d'autre part, une douille qui laisse passer la tige du piston.

Les tiges de suspension qui servent à descendre les cuillères sont composées de diverses parties, réunies ensemble comme des tiges de sondage; chaque cuillère est mise en mouvement par un treuil à engrenage (n° 1) placé sur le plancher de la charpente; son piston est vissé sur une autre tige portant une glissière et terminée à sa partie supérieure par un œillet dans lequel on fait passer une corde qui s'enroule sur un treuil (n° 2) placé à l'orifice du puits.

La manœuvre des appareils se fait de la manière suivante : dès que la cuillère arrive sur le plancher de travail, monté à cette fin à la tête du cuvelage, on la pose debout sur ce plancher, de manière à fermer l'orifice inférieur du prisme; on retire le piston de la cuillère et on la remplit de béton avec une palette, en tassant légèrement; puis on remet le piston. L'appareil est alors prêt à fonctionner. On commande le mouvement des deux treuils; la cuillère descend dans l'espace annulaire avec la tige de suspension décrite ci-dessus; la corde attachée au piston descend de même, et lorsque la cuillère arrive à fond, on secoue le piston en imprimant à son treuil un mouvement de va-et-vient qui, répété pendant quelques instants, suffit pour vider la cuillère. On remonte ensuite l'appareil sur le plancher de travail et l'on recommence l'opération.

La glissière placée sur la tige du piston a pour effet de

rendre les coups plus violents, par le choc que produit, à chaque oscillation, la partie supérieure de cette tige qui vient frapper sur la partie inférieure.

Nous ferons remarquer que la cuillère, en descendant, est obligée d'entraîner avec elle le piston ; on prend soin, dans ce but, lorsqu'on replace ce dernier dans la caisse, de fixer à sa tige un petit clou d'arrêt (*a*) qui ne lui permette plus d'en sortir. Cette précaution est nécessaire pour que la réussite de chaque opération ne puisse pas être compromise par un ralentissement dans la marche du treuil n° 2.

Les tiges de suspension des cuillères n'ont que 2 $^1/_2$ centimètres d'équarrissage ; néanmoins, il fallait quatre hommes au treuil n° 1 pour le service de chaque cuillère ; le treuil du piston (n° 2) ne demandait que deux hommes.

Les cuillères employées d'abord avaient $2^m,00$ de hauteur, $0^m,90$ de longueur et $0^m,11$ de largeur, et pouvaient contenir $0^{mc},140$ de mortier.

La difficulté que ces grandes caisses présentaient à la manœuvre, les a fait remplacer par de plus petites, ayant $1^m,50$ de hauteur, $0^m,80$ de longueur et $0^m,07$ de largeur ; la capacité de ces dernières est d'environ 60 litres.

Le poids des grandes cuillères était d'environ 400 kilogrammes, et celui des petites, de 300 kilogrammes, y compris le piston muni de sa tige, de sa glissière et d'une tige de battage de 9 mètres de longueur. Il sera facile de calculer le poids de l'appareil à toute profondeur, en y ajoutant la longueur correspondante des tiges de suspension.

Nous avons dit que les six cuillères placées sur le puits pouvaient manœuvrer toutes ensemble ou bien successivement l'une après l'autre ; c'est qu'en effet le service de chaque cuillère exigeant sept ouvriers, six aux treuils et le septième pour remplir la caisse de mortier, il aurait fallu réunir une cinquantaine de manœuvres pour faire marcher tous les appareils, en y comprenant le personnel occupé au tamisage de la chaux et celui qui composait les

mélanges et préparait le mortier. C'est à cause de la difficulté de trouver autant d'ouvriers, surtout pour un travail de quelques semaines, que nous nous sommes borné à faire fonctionner seulement trois appareils en même temps ; on prenait successivement trois cuillères équidistantes. Cela ne présentait d'autre inconvénient que de ralentir la marche de l'opération.

Nous ferons une remarque à cette occasion, c'est que, en thèse générale, il est bon de multiplier le plus possible le nombre d'appareils de bétonnage à mettre en activité sur le pourtour du puits, afin que le béton ne soit presque pas mis en mouvement lorsqu'il est déposé, et que l'espace annulaire se remplisse uniformément. Dans le cas où nous nous trouvions, le puits ayant une douzaine de mètres de circonférence, l'espace libre entre deux cuillères ne dépassait guère un mètre.

En vue d'accélérer la marche du bétonnage ou de réaliser quelques économies, l'idée pourrait venir de jeter le béton dans l'excavation qu'il s'agit de remplir, en se plaçant à la tête du cuvelage ; ce serait là, pensons-nous, un moyen de faire manquer le but que l'on se propose en bétonnant, à savoir de former derrière le cuvelage une masse compacte et serrée, formant en quelque sorte un second revêtement imperméable. En effet, si l'on se contentait de jeter le béton au lieu de le descendre doucement à la cuillère, il pourrait se former, sur la hauteur de l'espace annulaire, des engorgements qui laisseraient au-dessous d'eux des vides plus ou moins grands, et que l'on ne parviendrait jamais à remplir qu'imparfaitement, même en battant avec des pilons. Il est probable aussi que le mortier se décomposerait en grande partie avant d'arriver au fond de l'excavation, c'est-à-dire que la chaux, le sable et le trass se sépareraient par ordre de densité, pour ne plus former qu'une masse inerte et sans résistance.

Nous ne conseillons pas non plus de chercher à remplacer, par l'action d'une machine à vapeur, le service des ma-

nœuvres employés à faire le bétonnage; car il faut modifier les mouvements à tout instant, ce qu'il est difficile d'obtenir à la machine. Au surplus, la dépense en main-d'œuvre occasionnée par le bétonnage n'est pas extrêmement importante, ainsi qu'on aura l'occasion de le voir ci-après.

§ 5. — Ancrage ou consolidation du cuvelage.

Afin d'augmenter encore, s'il était possible, la stabilité du cuvelage en fonte que nous avons établi à Saint-Vaast, et surtout pour le mettre à même de supporter, sans se démanteler, les tassements de terrain qui pourraient se produire, soit par l'approfondissement du puits au-dessous de la partie cuvelée, soit par toute autre circonstance, nous avons armé le revêtement, à sa partie supérieure, d'un ancrage très-solide, dont nous allons donner la description. La fig. 59, pl. IX, représente cette construction.

D'une part, entre les collets d'assemblage des deux derniers tronçons à la tête du cuvelage, et, d'autre part, entre les collets de cette avant-dernière pièce et de la suivante, on a boulonné deux plateaux circulaires en fonte, formant une saillie de $0^m,50$ à l'extérieur du revêtement.

Le premier plateau a été placé d'abord, après qu'on lui eut préparé une bonne assise en maçonnerie, ce qui nécessitait naturellement un élargissement du puits en cet endroit; on a monté ensuite une maçonnerie pleine, sur ce premier plateau, jusqu'au niveau où devait se placer le second; on a enfin placé ce dernier, puis on a rempli toute l'excavation au-dessus de ce second plateau, et l'on a resserré la masse contre le terrain. Pour rendre les deux plateaux solidaires et par conséquent l'ancrage plus solide, on les a réunis par huit boulons ou tirants de $0^m,04$ de diamètre, répartis sur le pourtour du puits; ces boulons sont noyés dans la maçonnerie qui sépare les deux plateaux.

Il est bon de faire remarquer que, pour l'exécution de ce travail d'ancrage, il fallait que le dessus du cuvelage se trouvât hors de l'eau; c'est qu'en effet les deux derniers tronçons (3 mètres de hauteur) sont au-dessus de la ligne ordinaire du niveau, et l'on prend généralement cette précaution dans l'établissement des cuvelages, pour éviter que l'eau ne passe au-dessus du revêtement dans les moments de crue, c'est-à-dire quand les niveaux montent.

On comprendra aisément, d'après la description qui précède, l'utilité du travail de consolidation : le cuvelage, étant suspendu par son extrémité supérieure, se trouve dans l'impossibilité de subir aucun mouvement sans ébranler la masse du terrain sur lequel les plateaux sont assis, ce qui paraît difficile. Il arriverait plutôt, selon nous, que les plateaux et les collets d'assemblage céderaient à la force qui tendrait à faire descendre le cuvelage; mais l'effort qui nécessiterait la rupture de ces pièces serait très-considérable, ainsi qu'il sera facile de s'en assurer par le calcul des résistances.

L'ancrage nous paraît utile, surtout lorsqu'on établit un premier cuvelage pour repousser les niveaux supérieurs, et que l'on prévoit devoir rencontrer plus tard des terrains peu consistants, des sables boulants, par exemple, ou des argiles sableuses plus ou moins friables; c'est là le cas qui se présentait à notre puits de Saint-Vaast.

§ 6. Démontage des appareils.

Enfin, il est une dernière opération dont nous avons à nous occuper, c'est celle du démontage des appareils ayant servi à la descente du cuvelage, savoir : les tiges de suspension, le fond et le tube d'équilibre.

Les tiges de suspension peuvent être retirées sans qu'il soit besoin de pomper l'eau qui se trouve dans le cuvelage : en effet, si l'on se reporte à la description que nous avons

donnée précédemment, ou remarquera que ces tiges ne sont retenues au cercle de support que par des écrous vissés à leurs extrémités. Or ces écrous sont filetés en sens inverse des vis d'assemblage des tiges, de telle sorte que si l'on fait tourner ces dernières, en se plaçant à l'orifice du puits, on parvient à dévisser les écrous et à rendre les tiges tout à fait libres; on les retire ensuite en les démontant pièce par pièce, comme s'il s'agissait d'une tige de sondage.

Nous n'avons éprouvé dans nos travaux aucune difficulté pour exécuter cette manœuvre.

Quant au fond et au tube d'équilibre, on ne peut les retirer qu'après que les dernières opérations destinées à rendre le cuvelage étanche sont terminées, alors que l'on peut, sans inconvénient, enlever l'eau qui se trouve dans le puits.

Le fond est formé de deux parties, ainsi que nous l'avons dit: la calotte sphérique, d'un diamètre plus petit que l'intérieur du cuvelage, et le rebord plat, qui est boulonné, d'une part, à la calotte, et, d'autre part, à l'un des collets du cuvelage. La partie plate est formée de six pièces assemblées entre elles, et il suffit de les déboulonner pour rendre libre tout l'appareil. Si l'on n'enlève qu'une pièce à la fois, on peut sans inconvénient remettre de nouveaux boulons au joint du cuvelage, sans que celui-ci puisse être dérangé.

C'est ici le moment de rencontrer une objection que l'on a faite, contre l'emploi de notre appareil d'équilibre pour descendre le cuvelage. On a prétendu que, dans le cas de non réussite du travail, il serait difficile, si pas impossible, de retirer le fond et le tube. Cette objection est spécieuse; car si, après avoir exécuté un puits en niveau par nos procédés, on n'était pas parvenu à le rendre étanche, il serait nécessaire de parfaire le travail, en ayant recours à une machine d'exhaure pour battre les eaux, et aller poser une ou plusieurs trousses à picoter au-dessous de la base du cuvelage; or, puisqu'il faut alors enlever, par la force, les eaux qui se trouvent dans le puits, et le rendre ainsi accessible, il

n'y a rien qui puisse s'opposer à ce qu'on démonte l'appareil d'équilibre. Il est vrai que, dans le cas spécial qui s'est présenté à notre puits de Saint-Vaast, le fond d'équilibre a mis obstacle à la marche du travail; mais c'est qu'il y avait là impossibilité d'avoir recours aux procédés ordinaires pour continuer l'avaleresse, à cause de la présence des terrains ébouleux qui ensablaient les pompes, dès qu'on voulait épuiser l'eau ; ces sables provenaient d'un trou de sonde que l'on avait malheureusement foré au fond du puits. D'ailleurs, même dans cette circonstance, l'obstacle n'a pas été invincible ; car nous sommes parvenu à briser au trépan le pourtour de la calotte, c'est-à-dire le plateau qui la réunit au cuvelage, et celle-ci, devenue libre, pourra être retirée tout entière ; les morceaux de fonte provenant du bris des pièces seront aussi très-facilement extraits au moyen du grapin.

CHAPITRE IV.

Particularités relatives au travail du puits Sainte-Marie de Péronnes.

Les diverses considérations générales que nous avons présentées sur le procédé suivi pour l'établissement du puits de Saint-Vaast, peuvent s'appliquer au travail du puits d'aérage que nous avons exécuté à Péronnes.

Nous nous bornerons à consigner ici quelques détails spéciaux sur ce dernier travail.

Le terrain houiller se trouve, en cet endroit, à la profondeur de 107 mètres, et la tête de niveau à 43 mètres. A la base des marnes et silex, qui constituent la plus grande partie des *morts-terrains,* il se trouve 4 à 5 mètres d'argile compacte avec rognons, que les mineurs de la localité désignent sous le nom de *tourtia,* mais qui est bien plutôt, selon nous, ce que l'on appelle au Borinage les *fortes-toises.*

C'est dans ce terrain, qui ne renferme pas d'eau et qui est imperméable, que nous avons placé la base de notre cuvelage en fonte, à la profondeur de $105^m,20$, c'est-à-dire à une couple de mètres du schiste houiller.

Nous nous sommes réservé ainsi le moyen d'établir au besoin une ou deux trousses picotées au-dessous de la base du cuvelage, ce qu'il pourrait être dangereux de faire dans le terrain houiller proprement dit, où l'on rencontre souvent des fissures qui compromettraient des travaux de ce genre.

§ 1er. Forage du puits.

Le puits d'aérage de Sainte-Marie a été creusé au diamètre de $2^m,32$. On a foré d'abord un trou de sonde de $1^m,37$; puis on a élargi à la dimension voulue.

Contrairement à ce qui s'était fait à Saint-Vaast et partout ailleurs où M. Kind avait établi des sondages à grande section, on a procédé à l'élargissement du puits préparatoire, chaque fois que l'on avait avancé ce dernier d'une dizaine de mètres, c'est-à-dire que le grand forage suivait toujours le petit, sauf à laisser à ce dernier une avance minimum de cinq mètres pour le guidonnage des outils. Cette manière de procéder présente des avantages notables au point de vue économique, ainsi que nous l'avons exposé précédemment.

Nous avons aussi simplifié de beaucoup la construction de la tour de sondage, qui avait coûté fort cher dans les travaux antérieurs. Cette dépense était ici d'autant plus inutile que, dans le cas spécial d'un puits d'aérage, une tour en maçonnerie ne pourrait pas être utilisée comme bâtiment d'extraction.

La baraque de sondage de Péronnes se composait uniquement de quatre montants en bois, de 9 mètres de hauteur, réunis à leur partie supérieure par un encadrement sur lequel était placée la poulie de belle-fleur. Deux poutres de

12 mètres de longueur et de $0^m,45$ d'équarrissage avaient été montées à 3 mètres du sol, sur des piliers en bois boulonnés aux montants de la baraque, et c'est sur ces deux pièces qu'on avait placé le chemin de fer de service. Mais pour que cette construction peu élevée permît de faire les manœuvres, nous avions creusé le puits jusqu'à 10 mètres du sol au diamètre de 4 mètres, et l'on avait placé à cette profondeur le plancher de travail des ouvriers du sondage. De plus, au moyen d'une excavation latérale faite dans le terrain jusqu'à 5 mètres du sol, on avait regagné l'espace nécessaire pour faire rouler les outils, le trépan, la cuillère, etc., ainsi que cela doit se faire souvent dans le cours du travail.

Quant aux machines à vapeur, nous les avions installées sur les fondations d'un ancien bâtiment, qui se trouvait à côté de l'emplacement du sondage.

Les outils dont on a fait usage pour le forage du puits de Péronnes sont, pour la plus grande partie, les mêmes que ceux employés à Saint-Vaast : le petit *trépan* de $1^m,37$, la *cuillère* de draguage, la *glissière*, les *tiges* en bois, la *vis de rappel*, le *balancier*, le *cylindre-batteur* et même la *machine-cabestan*, tels que nous les avons décrits dans le premier chapitre de ce mémoire.

L'outil élargisseur de $2^m,32$ de diamètre, était un petit *trépan*, dont on avait allongé la lame. Il était armé de guides en bois placées dans le sens vertical et qui, pendant le travail du forage, pénétraient de $0^m,70$ à $0^m,75$ dans le puits préparatoire, de manière à diriger la marche de l'outil, ce qui était utile pour que le puits fût percé d'aplomb. Ces guides verticales étaient tout simplement quatre longues pièces de sapin boulonnées aux guides horizontales et à la lame du trépan, et placées de manière à toucher en quatre points de la circonférence du petit puits.

Pendant la première période du travail, nous avions fait usage du grand *trépan* sans ces guides en bois, et nous avons

remarqué, après un certain laps de temps, que le puits avait dévié de la verticale d'environ 0^{m},40 sur une hauteur de 10 à 12 mètres. Cette déviation avait, sans doute, pour cause la différence de dureté que présentaient les roches sur les divers points des parois du puits; la nature des terrains siliceux (rabots) est en effet fort hétérogène : des blocs de silex doivent être taillés d'un côté du puits, tandis que de l'autre, on se trouve souvent dans des marnes assez tendres.

L'outil élargisseur portait aussi une lame supérieure, avec dents repasseuses, et deux guides horizontales placées en croix comme celles que l'on adapte au petit *trépan;* la seule différence que cela présentait ici, c'est que l'une de ces guides en croix était mobile, de manière à pouvoir se replacer parallèlement à l'autre, lorsqu'on devait faire sortir l'outil et le passer au plancher de manœuvre. Pour les maintenir en croix pendant le travail du sondage, on avait fixé à ces guides une verge à crochets, qui les rendait immobiles l'une par rapport à l'autre.

Nous croyons inutile de reproduire encore le dessin du grand *trépan* employé à Péronnes, cet outil étant en tout semblable à ceux que nous avons décrits pour le travail de S^{t}.-Vaast; on se figurera d'ailleurs, d'après ce que nous avons dit, la manière dont les guides verticales étaient fixées à cet outil, et c'est là la seule particularité qu'il présentait.

Le puits d'aérage de Sainte-Marie a été établi sur une avaleresse que l'ancienne société de Péronnes avait abandonnée à la tête de niveau, soit à 43 mètres de profondeur.

Le forage a été commencé à partir de ce point; le puits préparatoire de 1^{m},37 a été poussé jusqu'à 108^{m},20 de profondeur; l'élargissement s'est arrêté à 105^{m},20.

Le travail du forage, mis en activité le 27 juin 1859, suivit une marche régulière jusqu'au 30 août suivant. On s'aperçut alors que le puits avait dévié, ainsi que nous l'avons dit ci-dessus, et il fallut en redresser les parois, ce qui occasionna une perte de temps de trois ou quatre semaines. Le

travail reprit ensuite son cours ordinaire, et tout le forage était presque terminé lorsque, le 29 janvier 1860, un accident très-grave nous força d'arrêter : la partie supérieure de la maçonnerie du puits s'était écroulée, et les outils de forage étaient tombés au fond de l'avaleresse, où ils avaient été brisés et recouverts de 8 à 9 mètres de décombres.

Nous ferons connaître, dans l'extrait de notre journal des travaux, les détails relatifs à cet accident, qui était du reste tout à fait indépendant du procédé suivi pour le travail, et nous indiquerons les moyens de sauvetage employés à cette occasion.

Quoiqu'il en soit, après trois mois d'interruption, on put reprendre le forage, qui fut terminé le 4 juin de cette année.

Le tableau suivant fait connaître l'effet utile obtenu pendant les diverses périodes de l'opération.

PÉRIODES DE TRAVAIL.	SONDAGE AU GRAND TRÉPAN.			SONDAGE AU PETIT TRÉPAN.			CURAGE		Temps absorbé par les retards ou les accidents ordinaires.	AVANCEMENT		OBSERVATIONS.
	Nombre de descentes de l'outil.	Temps employé à descendre et remonter l'outil.	Temps employé à sonder.	Nombre de descentes de l'outil.	Temps employé à descendre et remonter l'outil.	Temps employé à sonder.	Nombre de descentes de la cuillère.	Temps employé.		du puits préparatoire de 1m,37.	du puits définitif.	
		Heures.	Heures.		Heures.	Heures.		Heures.	Heures.	Mèt. C.	Mèt. C.	
Du 29 juin 1859 au 29 août. 53 jours de trav. — 9 jours de chômage.	30	26	242	109	91	525	139	196	72	34 70	19 76	Pendant les dix premiers jours on n'a pas travaillé la nuit.
Du 30 août au 17 septemb., 16 $^1/_2$ jours de travail — 2 $^1/_2$ jours de chômage.	»	»	»	35	35	257	53	66	38	7 »	» »	Le grand puits ayant dévié, on continue à sonder le puits préparatoire en attendant que les nouvelles guides du trépan soient prêtes.
Du 18 sept. au 11 octobre, 4 $^1/_2$ jours de sondage. — 16 jours pour redresser le puits. — 3 $^1/_2$ de chômage.	7 32*	14 64*	85 288*	»	»	»	»	»	41	» »	3 80	* Les chiffres marqués d'une astérisque indiquent le travail fait pour redresser les parois du puits.
Du 12 octobre au 27 janv. 1860. 91 jours de travail. — 19 jours de chômage.	29	29	278	108 22*	108 22*	783 59*	244	508	397	21 50	20 30	* Les chiffres marqués d'une astérisque indiquent le sondage au petit trépan, pour broyer les blocs de silex tombés dans le puits préparatoire.
Du 30 janvier au 1er mai.	92 jours d'interruption des travaux du sondage											Période de travail employée à réparer le grand éboulement de la maçonnerie et à retirer les outils tombés dans le puits.
Du 2 mai au 4 juin 29 jours de travail, 5 jours de chômage.	25	38	233	»	»	»	123	243	158	» »	16 40	
Total 11 mois : 210 jours de travail. 39 jours de chômage, et 92 jours d'interruption du sondage.	123	171	1126	274	256	1624	559	1013	706	63 20	60 20	

§ 2. Cuvelage.

Le cuvelage du puits d'aérage de Péronnes est entièrement en fonte ; il est formé de 31 tronçons cylindriques de 2 mètres, formant ensemble une colonne de 62 mètres de hauteur, non compris la boîte à mousse. Ces cylindres sont construits comme ceux employés à Saint-Vaast, c'est-à-dire coulés d'une seule pièce, avec des collets à l'intérieur pour servir à les assembler. Entre les collets de chaque pièce, il y a aussi à l'intérieur de petites nervures horizontales destinées à les renforcer.

Les tronçons ont 2 mètres de diamètre extérieurement, et $1^m,80$ à l'intérieur des collets d'assemblage.

Les collets ont une épaisseur *minimum* de 3 centimètres et font saillie de 7 centimètres à l'intérieur du cuvelage; ils sont percés de 25 trous de boulons, de 3 centimètres de diamètre, sur le pourtour de la circonférence, ce qui porte à 22 centimètres l'espace des trous de centre à centre.

Les joints ont été faits, comme à Saint-Vaast, de lamelles de plomb de 3 millimètres d'épaisseur et de 11 centimètres de largeur; on les serrait avec force au moyen de boulons, puis on rematait le joint à l'intérieur et à l'extérieur du cuvelage. On prenait soin de mettre une couche de minium au-dessous et au-dessus de cette lamelle de plomb, pour boucher les petites défectuosités qui auraient pu exister dans les collets.

Les pièces de cuvelage ont été tournées aussi sur un mandrin libre des deux côtés, ce qui permettait de rabotter les deux collets en même temps et dans des plans parallèles, chose tout à fait indispensable ainsi que nous l'avons déjà dit précédemment.

Quant à l'épaisseur des parois, on a divisé la colonne en trois parties, la première, pour la base du cuvelage, formée de dix pièces dont l'épaisseur est de 30 millimètres, la seconde,

de dix autres pièces de 27 millimètres, et, la troisième, de onze pièces de 25 millimètres.

Le poids de chaque pièce était, en moyenne, pour la première série de 3,150 kilogrammes, pour la seconde série de 2,821 kilogrammes et pour la troisième de 2,200 kilogrammes ; ces dernières n'avaient pas tout à fait les dimensions voulues ; elles ont été coulées un peu plus faibles qu'on ne l'avait demandé.

Toutes ces pièces ont été éprouvées à une pression extérieure de 18 atmosphères, pour les plus fortes, et de 8 atmosphères pour les plus faibles ; aucune d'elles n'a laissé apercevoir la moindre défectuosité. L'une des pièces supérieures ayant été cassée par le déchargement, nous l'avons même fait essayer tout spécialement à une pression supérieure, et il n'a été constaté aucun suintement par la fissure de 12 à 15 centimètres de longueur qu'elle portait près d'un de ses collets.

L'épreuve se faisait dans une cuve en fonte, dont les parois avaient 4 centimètres d'épaisseur, et qui a toujours supporté intérieurement les pressions les plus fortes sans subir aucune détérioration.

Nous renverrons pour les détails relatifs à l'appareil d'essai, à ce que nous avons dit en parlant des travaux de Saint-Vaast.

Le poids total du cuvelage de Péronnes, y compris la boîte à mousse, les boulons d'assemblage, etc., est d'environ 90,000 kilogrammes. Il a été construit dans les ateliers de MM. Delebeque et Cie à Baume, pour le prix de 21 francs les 100 kilogrammes, à charge par eux de tourner les collets et de transporter les pièces à pied d'œuvre. On fabriquait ordinairement trois pièces chaque semaine.

Boîte à mousse. Le tronçon inférieur de cuvelage a été coulé avec un rebord extérieur en fonte faisant saillie de 0^m16; ce rebord est l'une des parois horizontales de la boîte

à mousse. Un cylindre en fonte, de 2 mètres de hauteur et de 1^m90 de diamètre extérieur, forme la paroi verticale de la boîte; l'épaisseur de ce cylindre est de 3 centimètres ; il n'a pas de collets, mais seulement quatre petites oreilles destinées à le suspendre au moyen de tiges. La paroi horizontale inférieure de la dite boîte est formée par un encadrement en bois de chêne (sabot) composé de douze pièces placées en poligone régulier, et fixées à la base du cylindre en fonte, chacune au moyen de deux boulons à tête perdue. Ces pièces ont 0^m30 de hauteur et 0^m16 de largeur. Enfin la paroi verticale extérieure de la boîte était représentée par un filet de pêcheur, à mailles très-serrées, et bien tendu.

Le cylindre était entré dans le premier tronçon du cuvelage de 0^m20 environ, lorsque la boîte à mousse fut suspendue; cette dernière avait donc 1^m50 de hauteur et 0^m16 de largeur annulaire, ce qui représentait une capacité de 1 1/2 mètre cube.

On a bourré dans cet espace 45 hectolitres de mousse, pour former le matelas, c'est-à-dire que cette dernière était déjà comprimée assez fortement et réduite au tiers de son volume primitif, avant la descente dans l'eau.

La boîte à mousse passait facilement sans frotter le long des parois du puits; on avait pris la précaution que nous avons signalée ailleurs, de rétrécir la partie inférieure du forage, afin que la mousse touchât légèrement dans l'espace où la boîte devait entrer.

La mousse en se serrant par la compression du cuvelage n'a conservé que le cinquième de sa hauteur primitive, soit 0^m30; elle est donc réduite au quinzième de son volume.

Au moment de toucher le fond avec le cuvelage, un fait important s'est produit et qui permit de bien augurer de l'effet de la boîte à mousse : dès que cette dernière fut à peu près fermée par la descente du cuvelage, la communication des niveaux avec la colonne d'équilibre fut subitement interceptée, et il fallut recourir à un moyen auxiliaire pour conti-

nuer à remplir le cuvelage qui était encore vide sur une hauteur de 15 mètres.

Descente du cuvelage. — Le fond d'équilibre employé pour descendre le cuvelage de Péronnes n'était composé que de deux parties, boulonnées ensemble et pouvant se démonter avec facilité; cette pièce était en fonte et avait la forme d'une calotte sphérique, avec rebord horizontal extérieur pour l'assembler aux collets du cuvelage.

La colonne centrale a été formée de tuyaux de pompes en tôle, de 8 mètres de hauteur et de 0m40 de diamètre.

Pour descendre le cuvelage, on a placé sur les semelles de la baraque de sondage, quatre poutres en sapin de 0m40 d'équarrissage, et l'on a établi, sur ces pièces de bois, quatre des tiges de suspension avec vis de rappel, dont nous avons donné la description précédemment. Dès que cette charpente fut installée, on se mit en mesure de monter, sur le plancher de travail, qui se trouvait dans le puits à 10 mètres du sol, les quatre premiers tronçons du cuvelage; on plaça aussi le cylindre de la boîte à mousse dans le premier tronçon, le fond d'équilibre immédiatement au-dessous du second joint, et le cercle de suspension, à la tête du troisième tronçon. Le tout arrangé de cette manière, on accrocha les tiges de suspension au cercle, et l'on saisit la partie de cuvelage ainsi assemblée, pour la soulever et ouvrir la boîte à mousse. Ensuite, quand le matelas de celle-ci fut arrangé, on enleva le plancher de travail et l'on put commencer à descendre l'appareil.

La première période de l'opération de la descente, qui est, comme on sait, la plus difficile, consiste à amener le cuvelage à la tête du niveau de façon à le faire porter sur l'eau. De même qu'à Saint-Vaast, elle s'est faite ici sans accident.

Le travail a été continué ensuite, en ajoutant successivement les nouveaux tronçons, et en laissant descendre doucement le cuvelage.

Au moyen des trous à vis ménagés dans la colonne d'équi-

libre, on laissait entrer l'eau dans le cuvelage, chaque fois que cela devenait nécessaire, mais toujours de telle façon que les quatre tiges de suspension ne fussent chargées que d'un poids de 10 à 15,000 kilogrammes, ce qui était utile pour maintenir le cuvelage d'aplomb.

L'opération a été terminée sans la moindre difficulté et assez vite; car on plaçait généralement deux tronçons tous les jours.

Bétonnage. — Le bétonnage du puits de Péronnes s'est fait encore de la même manière qu'à Saint-Vaast; le même outillage a été employé et la composition des mortiers a été faite avec les mêmes éléments.

Trois cuillères de bétonnage ont été installées sur la circonférence du puits, ce qui suffisait pour remplir uniformément l'espace annulaire sur un diamètre de $1^{m},80$. Ces cuillères ont fonctionné simultanément, pendant la plus grande partie du travail; elles étaient desservies par six treuils placés à l'orifice du puits : chaque cuillère en avait deux, l'un pour le service de la caisse proprement dite, et l'autre pour la manœuvre de la glissière. (Voir pour les détails de l'opération chap. III, § 4.)

Le bétonnage ne marchait pas la nuit. Le dimanche, afin de ne pas laisser reposer le béton pendant 36 heures du samedi soir au lundi matin, on travaillait une partie de la matinée.

Pendant les premiers jours, alors qu'on devait descendre le mortier jusqu'au fond de l'espace annulaire, c'est-à-dire à 105 mètres de profondeur, on ne mettait en œuvre, sur 12 heures de travail, que 22 cuillères de béton, ce qui représentait 12 mélanges composés chacun d'un demi hectolitre de chaux, un demi de sable, un demi de trass et un quart de ciment anglais. La quantité de mortier descendue chaque jour augmenta rapidement, à mesure que la profondeur devint moins grande, et, dans les derniers temps, on employait jusqu'à 32 mélanges sur 12 heures.

Voici le relevé des matériaux employés pour faire le bétonnage du puits de Péronnes :

Chaux de Thiméon . . .	25	mètres cubes.
Sable de Carnières. . . .	35	»
Trass d'Andernacht . . .	20	»
Ciment anglais	9	»
Total.	89	mètres cubes.

Nous estimons que la capacité de l'espace annulaire ne dépassait pas 75 à 76 mètres cubes ; il y aurait donc une partie notable de ces matériaux employés à remplir les fissures du terrain.

Observations. — En résumé, il résulte des détails que nous avons donnés dans ce paragraphe, que le travail relatif à la pose du cuvelage du puits de Péronnes a marché beaucoup plus vite que celui de Saint-Vaast, et cela parce que nous avions eu soin de faire préparer toutes les pièces et de les essayer, pendant que l'on était occupé au forage du puits. Nous avons ainsi obtenu une économie notable, comme on pourra le constater ci-après, en comparant les dépenses relatives, occasionnées par les travaux des deux puits.

Pour donner une idée de la rapidité d'exécution, disons notamment que, du 4 au 25 juin, soit en dix-huit jours, on a démonté tous les appareils de sondage, placé la charpente nécessaire à la descente du cuvelage, et descendu les quatre premiers tronçons, avec la boîte à mousse, jusqu'à la tête du niveau. On a ajouté successivement les autres tronçons ; dès le 18 juillet, tout le cuvelage était placé.

Le travail du bétonnage, commencé le 26 juillet, était complétement achevé le 21 août suivant.

Nous n'avons procédé à l'épuisement des eaux que le 15 octobre, parce qu'il nous paraissait utile de laisser durcir le béton. Cette précaution n'est peut-être pas indispensable,

et l'on pourrait même, comptant sur l'effet de la boîte à mousse, battre les eaux, dès que l'on a fait quelques mètres de bétonnage. Nous n'oserions pas cependant conseiller cette manière de procéder; car il se pourrait que la grande pression qui se produit à la base du cuvelage, permît à l'eau de se frayer un petit passage, par des fissures mal remplies, et dès lors des ouvertures plus larges finiraient par se former, et on aurait peut-être beaucoup de peine à y porter remède.

En somme il vaut mieux, croyons-nous, sacrifier quelques semaines pour que le béton fasse prise et présente un certain degré de consistance.

Au surplus, nous n'avons pas perdu de temps à cette occasion, dans notre travail de Péronnes; car nous avons foré, au fond du puits, un trou de sonde de $0^m,30$, pour atteindre au niveau de 118 mètres, et nous apprêter ainsi à nous mettre en communication avec le puits d'exhaure de Sainte-Marie, pour la suite du travail du puits d'aérage.

L'épuisement de l'eau a duré dix jours; nous avons voulu faire cette opération avec lenteur, afin de charger le cuvelage sans secousse.

L'enlèvement de l'appareil d'équilibre (faux fond et tube) n'a demandé que deux jours.

Enfin, le 27 octobre, tout était terminé et on pouvait constater que le travail avait réussi d'une manière complète : le cuvelage était étanche.

Le percement du *stock* qui séparait le puits d'aérage de la galerie de communication établie à la profondeur de 118 mètres, s'est fait avec une grande facilité, en l'absence de toute venue d'eau. Nous avons maçonné solidement le puits à partir de 118 mètres; et, arrivé à 2^m40 de la base du cuvelage en fonte, nous avons placé deux fortes trousses en bois, que l'on a picotées avec soin. On pourrait, si cela devenait nécessaire, poser une petite passe de cuvelage sur ces trousses picotées, afin de les relier avec le revêtement en

fonte. Pour le moment, nous nous sommes borné à y placer des montants en bois, serrés les uns contre les autres et portant sous la semelle de la boîte à mousse (voir fig. 75, planche IX).

CHAPITRE V.

Économie du procédé Kind.

§ 1er. **Coût des travaux de Saint-Vaast** (puits n° 3).

A. — *Frais d'installation.*

1° Tour de sondage proprement dite :		
Main-d'œuvre. . . . . fr.	4,394 08	
Matériaux employés : briques, chaux, sable, bois, etc.	3,607 85	
Dépenses diverses.	783 40	
		8,785 33
2° Siége à molettes		1,354 16
3° Planchers, échafaudages, chemin de fer de service, spécialement affectés au travail du sondage . .		1,881 86
4° Bâtiment provisoire pour l'installation des machines de sondage et fondations de ces machines.		3,230 80
5° Baraque en bois pour recevoir les trépans. . . .		5,066 58
6° Construction d'une forge de maréchal.		878 35
7° Construction du bâtiment pour l'installation du tour destiné à tourner les pièces de cuvelage.		814 18
7° Hangar pour magasins, bureaux, écurie, etc. .		2,443 55
Total . . fr.		24,454 81

B. — *Percement du puits.*

1° Établissement du puits principal jusqu'à la tête du niveau :

Main-d'œuvre . . . . fr.	2,412 20	
Matériaux employés : Briques, chaux, sable, bois, etc.	2,871 75	
		5,283 95

2° Travaux accessoires :

Puits alimentaire pour la chaudière à vapeur, creusé à la profondeur de 40 mètres	960 81	
Puits du contre-poids, creusé à 20 mètres.	435 55	
		1,396 36

3° Forage du puits préparatoire de $1^m,37$ de diamètre, depuis la tête du niveau jusqu'à 100 mètres (1) :

Main-d'œuvre, appointements et salaires.		6,213 92	
Consommation :			
Charbon 1,913 hect.	2,869 90		
Huiles et graisses	502 91		
Bois	426 48		
Acier, fer et métaux.	917 70		
Matériaux divers.	905 52		
		5,622 51	
			11,836 43
A reporter. . .			18,516 74

(1) Les travaux exécutés en janvier et février 1855, pour l'approfondissement du puits préparatoire depuis 100 mètres jusqu'à 135, ont coûté : en main-d'œuvre fr. 3971 91 ; en consommation, fr. 3136 48 ; total 7108 39 ; ils n'ont pas été compris dans les dépenses ci-dessus, non plus que les fr. 13,586 72, employés en mars, avril, mai et juin de la même année, pour faire, au fond du puits, un sondage de reconnaissance jusqu'à 195 mètres de profondeur.

Report. . .			18,516 74
4° Élargissement du puits au diamètre de 4^m,25, jusqu'à la profondeur de 98 mètres :			
Main-d'œuvre, appointements et salaires.		13,487 94	
Consommation :			
Charbon 3540 hect.	5,309 48		
Huiles et graisses	985 83		
Bois	856 60		
Acier, fer et métaux	2,106 45		
Cordes	1,516 50		
Matériaux divers.	600 15		
		11,375 01	
			24,862 95
5° Pertes, pour machines et appareils mis hors d'usage pendant le cours du travail.			7,855 90
Total. . . fr.			51,235 59

C. *Cuvelage.*

1° Coût du revêtement :

a. 18 tronçons en fonte y compris le cylindre de la boîte à mousse, le plateau extérieur adapté à la base du premier tronçon et le cercle de renfort du troisième collet. 112,418 kilog . . . . fr.	28,944 64
b. 28 tronçons en tôle renforcés par des cercles en fonte : 111,552 kilog.	52,607 44
c. 1,980 boulons d'assemblage : 3,500 kilog	2,800 00
d. 45 torches en plomb pour joints : 2,928 kilog.	2,225 28
e. Boîte à mousse, sabot, segments en tôle, filet, mousse.	730 72
A reporter. . .	87,308 08

Report. . .	87,308 08	
f. Plateaux d'ancrage : 5,694 kilog..	1,603 03	
g. Fond d'équilibre, cercle et oreilles de suspension, (mis hors d'usage) : 7,289 kilog	2,076 13	
h. Peinture de tous les tronçons (au minium)	1,475 51	
		92,462 75
2° Bétonnage :		
Ciment	7,835 52	
Trass	2,349 50	
Chaux.	692 55	
Sable	459 27	
		11,336 84
3° Main-d'œuvre (appointements et salaires) :		
Préparation des pièces . . . . fr.	3,937 94	
Descente du cuvelage	3,805 51	
Bétonnage.	4,546 76	
Consolidation	1,914 64	
		14,204 85
4° Consommations diverses pendant la durée de ces différents travaux :		
Bois pour la charpente de suspension et divers	4,166 80	
Charbon.	1,877 40	
Acier, fer et métaux	2,083 15	
Huiles et graisses	954 11	
Cordages	397 75	
Divers.	163 24	
		9,642 45
	Total. . . fr.	127,646 89

D. — *Machines et outils employés à Saint-Vaast.*

Machine proprement dite.

1° Une machine à vapeur rotative pour l'extraction des déblais, de la force de 16 chevaux, avec un système d'engrenages doubles (machine-cabestan)	5,905	15
2° Une machine alimentaire avec pompe à eau froide et pompe à eau chaude	4,652	»
3° Une machine dite cylindre-batteur avec tous ses tuyaux à vapeur	3,048	»
4° Un générateur à vapeur, avec ses garnitures.	2,368	94
Total. . . fr.	15,974	09

Outils de sondage.

1° Un petit trépan en fer pour forage, de 1m,37 de diamètre, pesant 1,476 kilog. . . . . fr.			2,603	»
2° Un grand trépan en fer avec lame en acier fondu, pour élargir au diamètre de 4m,25, pesant 6,880 kilog.			12,335	50
3° Une cuillère de draguage, pesant 558 kilog. .			667	50
4° Un dragueur, pesant 1,627 kilog., un engin en bois pour suspendre cet outil			1,699	50
5° 120 mètres de tiges de sondage en bois de sapin avec ferrements.	605	25		
50 mètres de tiges en fer	241	65		
Une vis de rappel.	128	75		
Un tourne sonde	76	25		
Un balancier en bois avec ferrements et chaîne d'attache.	1,029	10		
Tirants de contre-coup avec pièces élastiques.	1,540	30		
			3,621	30
A reporter. . .			20,926	80

Report. . .		20,926 80
6° Deux crochets de salut	100 »	
Un grapin	500 »	
Deux fanchères.	320 »	
		920 »
7° 4 fourches pour recevoir	131 »	
8 crochets de suspension	150 »	
1 grande clef pour devisser la grosse douille.	45 »	
2 clefs à devisser les tiges	45 »	
		371 »
8° Trois trains de waggons pour recevoir les outils.		651 60
9° 56 dents de rechange pour les trépans		672 »
10° 2 grues en fer	258 »	
2 petits treuils en bois pour les guides suspendues.	60 »	
1 poulie de molette.	125 »	
		443 »
11° Câble de la machine et cordages divers		1,200 »
12° Ustensiles divers pour la forge et la charpenterie.		1,500 »
Total.		26,684 40

Outils employés pour le cuvelage.

1° Un grand tour pour tourner les collets. . fr.		11,586 86
2° Une cuve d'essai en tôle pour l'épreuve des pièces.		3,000 »
3° 600 mètres de tiges en fer pour suspendre le cuvelage, environ 7,200 kilog	5,400 »	
6 vis de relevage, 1,174 kilog. . .	2,348 »	
6 petits appareils cabestans avec roues dentées.	750 »	
		8,498 »
4° 400 mètres de tiges de bétonnage, pesant 3,426 kilog	2,570 »	
6 cuillères de bétonnage	300 »	
		2,870 »
Total. . . . fr.		25,954 86
Total général. . . . fr		68,613 35

Il faut nécessairement appliquer à titre d'amortissement, aux dépenses directes faites pour le puits de Saint-Vaast, une partie du capital outillage.

En portant de ce chef, 25 p. c. de la valeur des machines et outils, nous croyons exagérer cette quote-part.

Il en résulterait que le coût du puits de Saint-Vaast pourrait s'établir comme suit :

A. — Frais d'installation	fr.	24,454	81
B. — Percement du puits.		51,235	59
C. — Cuvelage		127,646	89
D. — Amortissement du matériel.		17,000	»
Total. . . .	fr.	220,337	29

Observation. — Les difficultés que l'on rencontre toujours dans une première entreprise, ont influé défavorablement sur le coût de notre puits de Saint-Vaast. Il y aurait, sans aucun doute, une économie importante à réaliser sur les dépenses ci-dessus indiquées, si l'on recommençait un travail analogue. Un cuvelage entièrement en fonte, tel qu'il devait être exécuté, coûterait 25 à 30,000 francs de moins que celui que nous avons établi; la marche régulière des opérations permettrait aussi de réduire sensiblement les dépenses du forage.

§ 2. Coût des travaux de Péronnes.

(puits d'aérage de Ste.-Marie.)

A. — *Frais d'installation.*

Comprenant :

1° L'élargissement d'un ancien puits (qui était creusé jusqu'à la tête du niveau) au diamètre de 4 mètres, jusqu'à 10 mètres de profondeur ;

2° L'établissement d'une cave latérale pour recevoir le trépan ;

3° La construction d'un petit bâtiment pour les machines de sondage, ainsi que le montage des dites machines ;

4° L'établissement d'une baraque de sondage en bois.

Main-d'œuvre (appointements et salaires). . . fr.		3,559 18
Matériaux employés :		
Briques, chaux, sable . . . . . . fr.	588 25	
Bois	3,957 68	
Objets divers	493 71	
		5,039 64
Frais d'appropriation des machines et outils. . .		1,492 25
Total. . . fr.		10,091 07

B. — *Forage du puits.*

Main-d'œuvre (appointements et salaires). . . .		12,173 74
Consommation :		
4,652 hectolitres de charbon . . .	4,325 25	
Huiles et graisses.	545 48	
Bois	458 30	
Acier, fer et métaux	474 94	
Objets divers.	603 69	
		6,407 66
Total. . . . fr.		18,581 40 (1)

(1) Le grand accident occasionné par l'éboulement de la maçonnerie du puits, figure dans cette dépense pour une somme de fr. 4772 77.

C. — *Cuvelage.*

1° Coût du revêtement :				
32 tronçons en fonte y compris le cylindre de la boîte à mousse, pesant ensemble 86,682 kilog.			18,476 06	
750 boulons d'assemblage, pesant 1,020 kil.			612 00	
31 torches en plomb pour joints.			546 40	
Boîte à mousse.			466 20	
				20,100 66
2° Bétonnage:				
Ciment			1,536 »	
Trass.			879 40	
Chaux			405 »	
Sable			358 15	
				3,178 55
3° Dépenses diverses :				
Main-d'œuvre, préparation et descente du cuvelage		2,398 60		
Bétonnage		1,516 03		
			3,914 63	
Consommation :				
Bois	353 75			
Charbon.	970 60			
Acier, fer et métaux.	120 92			
Huiles et graisses	112 16			
Cordages	588 60			
Divers.	445 58			
			2,591 61	
				6,506 24
Total. . . . fr.				29,785 45

D. — *Matériel de sondage.*

Une partie des machines et outils employés à Saint-Vaast ont servi, comme on le sait, pour le puits d'aérage de Péronnes.

Le grand trépan de $2^m,32$ est le seul outil spécial employé à ce travail; une cuve d'essai a été construite aussi pour éprouver les tronçons de deux mètres de diamètre. En portant en dépenses, pour le dit puits d'aérage, une somme de 6,000 francs, à titre d'amortissement du matériel, on sera certainement au-dessus de la perte réelle à subir du chef de ce travail.

En somme, le coût du puits de Péronnes peut donc se résumer comme suit :

A. — Frais d'installation	fr.	10,091 07
B. — Forage du puits		18,581 40
C. — Cuvelage		29,785 45
D. — Amortissement du matériel		6,000 »
Total. . . .	fr.	64,457 92

§ 8. Conclusion.

La question principale, celle qui a tout spécialement attiré notre attention, lorsque pour la première fois nous avons étudié le procédé Kind, c'est la grande économie qui devait résulter de son application à l'établissement des puits dans les terrains aquifères, ou autrement dits les *niveaux*.

Sous ce rapport le nouveau procédé a réalisé toutes nos prévisions : économie de temps, économie d'argent et économie des travailleurs, si l'on peut qualifier ainsi l'absence de fatigues dangereuses de la part des ouvriers livrés à ces travaux.

Les détails que nous avons donnés dans notre rapport, nous dispensent d'insister longuement à cet égard; on pourra se rendre compte des faits, et comparer nos travaux avec ceux que l'on a exécutés, dans des circonstances analogues, par les moyens ordinaires. Nous citerons notamment, en Belgique, les passages de *niveau* de la Cossette, du Couchant du

Flénu, de Noirchain et de Strépy-Bracquegnies (Puits du Midi), où l'on a rencontré de grandes difficultés par suite de l'abondance des eaux, et où l'on a dépensé des sommes considérables.

En général, on peut dire que les dépenses à faire et le temps à employer pour établir les puits, par les anciens procédés, sont extrêmement variables, et dépendent d'un grand nombre de circonstances, où l'imprévu joue le rôle principal.

Dans notre système de travail, au contraire, les devis peuvent être faits d'avance, assez approximativement; car nous n'avons pas à subir le renchérissement de la main-d'œuvre résultant de la rareté des ouvriers avaleurs et de l'obligation où se trouvent ces ouvriers de travailler dans des conditions extrêmement pénibles; nous n'avons pas non plus à battre les eaux à l'aide de ces puissants moteurs, qui coûtent cher à établir et à entretenir, et qui sont exposés à de fréquents accidents.

On peut affirmer, croyons-nous, que dans la plupart des cas, les dépenses occasionnées pour le percement des puits dans les marnes aquifères du Hainaut, seront réduites, par le procédé Kind, à 30 ou 35 p. c. de ce qu'elles seraient par les moyens ordinaires; et nous ne voyons aucun obstacle qui puisse limiter l'emploi de ce nouveau mode d'opération.

Il y a donc lieu d'espérer que les passages de *niveaux* seront maintenant considérés comme des travaux facilement abordables, même à de grandes profondeurs, et que l'on se décidera bientôt à attaquer la plupart de nos concessions charbonnières restées inexplorées jusqu'ici à cause des obstacles que l'on croyait devoir rencontrer dans l'exécution des travaux de premier établissement.

ANNEXE.

FAITS PRINCIPAUX; ACCIDENTS.

Nous avons consigné, dans cette annexe, les incidents remarquables qu'ont présentés nos travaux de Saint-Vaast et de Péronnes.

On nous pardonnera de donner, à ce sujet, quelques détails, trop minutieux peut-être, mais dont l'utilité sera appréciée par les personnes qui auront à faire de semblables travaux. La lecture de ces notes leur permettra d'éviter une partie des accidents et des retards occasionnés soit par l'inexpérience, soit par des opérations trop précipitées, ou une installation insuffisante.

§ 1. Extrait du journal des travaux du puits de Saint-Vaast (N° 3).

Le 3 avril 1854, on commence les travaux préparatoires : l'établissement de la tour de sondage, le percement du puits principal au diamètre de $4^{m},50$ jusqu'à la tête du niveau (à 35 mètres de profondeur), et un petit puits pour l'alimentation des machines.

Le 15 juillet, ces diverses constructions sont achevées, et l'on se prépare à monter les machines et les appareils spéciaux du sondage.

Le 10 septembre tout est installé et l'on peut commencer le sondage.

La durée de ces travaux préparatoires a été de cinq mois ; mais on a perdu près de deux mois, soit par suite des retards que les constructeurs ont mis à livrer les pièces des machines, soit à cause des discussions qui ont eu lieu au sein de la société de Péronnes à l'occasion de l'examen du projet des travaux à exécuter.

Un accident a eu lieu pendant cette période de travail : un

ouvrier fut tué, en tombant dans le puits, lorsqu'on descendait les sommiers du plancher de manœuvre. C'est le seul accident qui soit arrivé à nos ouvriers pendant la durée de tous nos travaux de Saint-Vaast et de Péronnes.

Le 11 septembre, on commence le forage du puits préparatoire au diamètre de $1^m,37$.

Après quatre jours de marche irrégulière, on reconnaît que la machine-cabestan est insuffisante pour extraire les déblais avec la cuillère, qui se remplit complétement chaque fois qu'on la plonge au fond du puits.

On décide que l'on renforcera la machine par l'application de nouveaux engrenages qui, en diminuant la vitesse, rendront le travail plus sûr; provisoirement, on perce la cuillère aux deux tiers de sa hauteur, de manière qu'elle ne puisse plus s'emplir qu'imparfaitement.

Le 21 septembre, la vis de rappel de l'appareil de sondage s'étant cassée, on est obligé de suspendre le travail, en l'absence d'une pièce de rechange.

Le 25, l'accident est réparé et l'on reprend le travail.

Le 26, rupture de l'étrier du tourne-sonde, par la violence des coups du balancier; on arrête le travail de sondage pendant quatre heures.

Le 29, arrachement des filets d'une vis des tiges de sondage; trois heures de retard pour remonter l'appareil, à l'aide du crochet de salut, et ressouder une nouvelle vis.

Le 30, cinq heures d'arrêt pour la même cause.

Le 1er octobre, le puits préparatoire est arrivé à 46 mètres de profondeur, c'est-à-dire que l'on n'a foré que 11 mètres, depuis le commencement du travail; il est vrai que l'on a toujours marché d'une manière peu régulière et que les travaux étaient suspendus la nuit. A partir de ce jour, on travaille sans désemparer.

Le 2, le tenon de la glissière s'étant cassé pendant le travail du sondage, le trépan est resté au fond du puits; on le retire sans difficulté au moyen du crochet de salut.

Le 4, rupture d'une des vis d'assemblage des tiges; trois heures d'arrêt.

Le 5 et le 7, nouvelles ruptures de l'étrier du tourne-sonde; on se décide à faire fabriquer cette pièce sur des dimensions plus

fortes ; à partir de ce jour, elle ne donne plus lieu à aucun accident.

Le 11, les filets de la vis de la glissière s'arrachent ; sept heures d'arrêt pour retirer l'outil et ressouder une nouvelle vis.

Le 14, on est obligé de suspendre le travail du sondage, à cause du nombre insuffisant des dents de rechange pour le trépan ; le terrain est extrêmement dur, c'est du silex presque massif.

Le 16, rupture d'une tige en bois ; on raccroche l'appareil de sondage avec la fanchère ; quatre heures d'arrêt.

Le 20, nouvelle rupture de la vis de la glissière ; douze heures de retard.

Le 22 et le 23, rupture d'une vis des tiges de sondage ; quelques heures de retard pour retirer l'appareil et réparer l'accident.

Enfin le 24 octobre, c'est-à-dire après six semaines d'un travail assidu, mais dont les circonstances avaient été constamment anormales, on arrête les travaux de sondage, pour placer les nouveaux engrenages à la machine-cabestan ; on remplace par des pièces plus solides les assemblages de tiges, qui avaient été faits d'abord d'après les plans primitifs de M. Kind, mais dont l'expérience nous avait fait reconnaître l'insuffisance dans les terrains difficiles que nous avions à traverser ; enfin on profite du temps d'arrêt pour préparer deux séries complètes de dents de rechange pour le trépan, afin d'avoir toujours le temps de les réparer, ce qui, eu égard à la dureté des terrains, avait lieu fréquemment, à tel point que deux forgerons travaillant avec activité avaient peine à y suffire.

Le 4 novembre, le travail du sondage est remis en activité.

Le 5, au moment où l'on déroulait le câble d'extraction, pour pouvoir alimenter la chaudière, ce câble s'est engagé entre deux roues d'engrenage ; la machine ayant continué sa marche, le choc qui en résulta fut tellement fort que les deux engrenages furent brisés, ainsi que l'un des arbres du mouvement. C'est là un accident qui, croyons-nous, peut être attribué à la mauvaise volonté autant qu'à la maladresse du personnel. Il fut pris des mesures pour y parer.

Le 16 novembre, c'est-à-dire neuf jours après, ce qui est remarquable comme rapidité d'exécution, tout était réparé ; la

machine, avec des engrenages plus forts et des arbres de mouvement en fer forgé, était remise en activité.

A partir de ce moment, le sondage suivit une marche régulière, et il ne nous arriva plus que des accidents de peu d'importance.

Le 25 et le 26 novembre, ainsi que le 1er décembre, ruptures des tirants du contre-balancier, résultant des secousses violentes de l'appareil de sondage; ces deux tirants avaient une section de vingt centimètres carrés chacun.

Le 11 décembre, rupture de la tige du piston au point d'attache de la chaîne du balancier; six heures d'arrêt.

Le 14, rupture d'un des tirants du contre-balancier; quatre heures de retard.

Le 16, on place les nouveaux tirants du contre-balancier, faits sur des dimensions plus fortes (42 centimètres de section chacun); depuis lors, les accidents résultant du bris de cette pièce ont été moins fréquents.

Le 19, rupture du câble d'entretien. Le trépan avec ses tiges étant retombé dans le puits avec une certaine violence, toutes ces tiges furent endommagées; on put néanmoins retirer l'appareil de sondage, au moyen du crochet de salut, et, pendant qu'on s'occupait de redresser les tiges qui s'étaient tordues, nous sommes parvenu à nous procurer un câble provisoire; le travail fut repris dès le lendemain.

Le 21, rupture d'une tige au ferrement; huit heures de retard pour retirer l'appareil et apprêter une nouvelle tige.

Le 9 janvier, on descendait le trépan : lorsqu'il fut arrivé à 10 mètres du fond du puits, il rencontra un obstacle qui l'empêcha de suivre; le machiniste, qui marchait à pleine vitesse, ne pouvant arrêter instantanément sa machine, la corde de suspension et toutes les tiges furent abandonnées les unes sur les autres; tout à coup le trépan fut dégagé et retomba au fond du puits, en produisant un choc violent qui brisa les tiges de suspension en deux points de leur longueur. On put retirer toutes les pièces à l'aide de la fanchère et du crochet de salut. La nuit même du 9 au 10, on recommençait le travail du sondage.

Le 16, nouvelle rupture des tirants du contre-balancier; six heures de retard.

Le 4 mars, le sondage du puits préparatoire est arrêté à 135 mètres de profondeur.

Depuis ce moment, jusqu'à la fin du mois de juin, le grand sondage reste suspendu, pour des motifs indépendants de notre volonté, la société de Péronnes ayant décidé qu'il serait fait un forage de reconnaissance au fond du puits, afin de déterminer la profondeur à laquelle on pourrait atteindre le terrain houiller.

C'est à cette époque (juin 1855) que nous avons été autorisé par le gouvernement à résider à Saint-Vaast, afin de suivre les travaux de plus près, et de donner tout particulièrement nos soins à l'exécution du cuvelage, tel que nous en avions conçu le projet (¹).

Dès le commencement de juillet, on entreprend le forage du grand puits. Avant d'attaquer ce travail, on s'était mis en force : on avait installé une nouvelle machine-cabestan et affecté l'ancienne machine pour le service de l'alimentation ; on avait renforcé la chaudière à vapeur par l'adjonction d'un tube bouilleur, et enfin placé dans la tour d'extraction deux nouvelles poutres en chêne, pour consolider le siége à molette. Un nouveau câble d'extraction, plus fort que celui dont on avait fait usage jusqu'ici, était aussi placé sur la bobine du cabestan.

Le 5 juillet, on commence à sonder avec le grand trépan, dont le diamètre est, comme on sait, de $4^m,25$.

Le 18, rupture d'une tige de sondage, au ferrement ; deux heures de retard pour remonter l'appareil et remettre une nouvelle tige.

Le 2 août, même accident donnant lieu à quelques heures de retard.

Le 30, même accident.

Le 31, on installe sur le puits un nouveau trépan de grande dimension, plus fort que l'ancien ; il sortait des ateliers de M. Dorzée à Boussu.

Le 11 septembre, rupture des tirants du contre-balancier ; deux heures de retard.

Le 13, arrêt d'une heure pour resserrer les ressorts du piston du cylindre batteur.

Le 21, rupture de la tige de la cuillère de draguage ; on la retire sans difficulté au moyen d'un crochet plat ; trois heures de retard.

Le 28, on essaie pour la première fois l'instrument dit le dra-

(¹) Brevet du 25 juin 1855.

gueur, destiné, comme nous l'avons dit, à recueillir directement et sans les laisser tomber dans le puits préparatoire, les débris de roches qui restent sur la banquette du grand puits. Le cylindre en tôle attaché à l'instrument étant resté ancré dans le petit puits, la tige de l'outil s'est brisée quand on a tiré dessus; plusieurs des pièces du dragueur restèrent dans le trou; il fallut travailler pendant trois jours pour les retirer et pour détacher le cylindre.

C'est la seule fois que nous ayons employé le dragueur, dans le cours de nos travaux.

Le 14 octobre, pendant le travail du sondage, rupture d'une dent de trépan; on parvient à l'extraire en faisant usage du grapin pour la faire tomber dans le petit puits, et de la cuillère à soupape pour la repêcher; six heures de retard.

Le 9 novembre, rupture de deux dents de trépan; on les retire avec la cuillère; 9 heures d'arrêt.

Le 16, rupture de la tige du piston du cylindre-batteur; six heures de retard pour les réparations.

Le 19, on monte de nouveaux tirants de contre-balancier, ce qui occasionne quelques heures de suspension de travail.

Le 22, rupture de la chaîne du piston du batteur et des deux roues qui servent de guide; on refait la chaîne et l'on remet deux roues provisoires en bois que l'on avait en magasin; l'accident est réparé après quatre heures d'arrêt.

A partir du 30 novembre, on suspend le travail pendant quatre jours, pour placer une nouvelle molette et un nouveau câble d'extraction, et aussi pour faire quelques réparations aux machines; le travail du sondage est repris le 5 décembre.

Le 7, au moment où l'on remontait le grand trépan, bris de la soupape d'admission de vapeur du cylindre batteur. Toute la journée du 7 et une partie de celle du 8, furent employées à réparer la machine; on put ensuite retirer le trépan, qui était resté suspendu dans le puits pendant la durée de ces réparations.

Le 12, rupture d'un ferrement de tige en bois; l'appareil de sondage étant retombé brusquement, trois autres tiges furent cassées; tout fut retiré, en dix heures de temps, à l'aide du crochet de salut.

Le 30, rupture d'une dent de trépan; sept heures de retard pour la repêcher, au moyen de la cuillère à soupape.

Le 11 et le 12 janvier, suspension du travail de sondage, pour réparation à la machine-cabestan.

Le 22, rupture d'une dent de trépan; six heures de retard pour l'extraire du puits.

Le 29 janvier, le grand sondage est arrêté à la profondeur de 98 mètres, point choisi pour la base du cuvelage.

Observation. — Une cause de retard, qui n'a pas été signalée dans l'extrait ci-dessus du journal des travaux, le nettoyage de la chaudière à vapeur, qui devait avoir lieu de trois en trois semaines, occasionnait chaque fois un chômage de deux jours et demi. Il serait facile d'y parer, en établissant une chaudière de rechange, ce qui est à conseiller, d'ailleurs, sous plusieurs autres rapports.

Travail du cuvelage. — Le 25 août 1855, c'est-à-dire peu de jours après que le forage du grand puits avait été mis en activité, nous avions fait un contrat avec M. Denis Detombay, fondeur à Châtelineau, qui s'était engagé à nous livrer toutes les pièces devant composer notre cuvelage en fonte, dans le délai de quatre mois.

M. Detombay ayant rencontré de grandes difficultés dans la fabrication des premières pièces, vint nous déclarer, en décembre 1855, qu'il ne pourrait pas remplir entièrement ses engagements; ainsi que nous l'avons déjà dit, des démarches furent faites alors par lui et par nous, auprès de plusieurs fondeurs du pays, pour les amener à reprendre une partie de la fourniture des tronçons de cuvelage, mais ces démarches restèrent infructueuses. C'est dans ces circonstances qu'il fut décidé que l'on modifierait le projet primitif du cuvelage, en adoptant, pour la partie supérieure du revêtement, des pièces en tôle.

Dix-neuf pièces en fonte, y compris la boîte à mousse, ont été construites par M. Detombay, et vingt-huit pièces en tôle proviennent de la société de Monceau.

Le 8 janvier 1856, c'est-à-dire quelques jours à peine avant la fin du travail du grand sondage, le premier tronçon en fonte arrivait à l'établissement de St.-Vaast; le 29, cinq pièces seulement étaient livrées; puis les autres arrivèrent successivement en février et en mars. Mais toutes ces pièces, outre qu'elles étaient

envoyées trois ou quatre mois après le délai assigné par notre contrat, arrivaient chez nous tout à fait brutes, c'est-à-dire non tournées ni forées. M. Detombay, ouvrier très-habile et très-actif d'ailleurs, avait déjà fait d'énormes sacrifices pour satisfaire, autant qu'il le pouvait, à ses obligations, et il fallut bien nous résigner à lui venir en aide. Notre établissement de St.-Vaast fut transformé en un véritable atelier de construction, pour exécuter tous les ajustements des pièces de cuvelage, tourner les collets, présenter les tronçons les uns sur les autres pour marquer les trous de boulons et les forer, et enfin pour essayer les pièces à la pression voulue. Toutes ces opérations exigèrent des manœuvres, en tous sens, de ces énormes tronçons en fonte. Les pièces de tôle vinrent ensuite, et il fallut leur faire subir les mêmes préparations; en outre, lorsqu'on soumit à l'épreuve ces dernières pièces, la plupart des joints d'assemblage des tôles laissaient passer l'eau, et l'on dut remater toutes les rivures. Plusieurs pièces furent remises deux ou trois fois à la cuve d'essai, avant d'être reconnues bonnes, ce qui nous occasionna de grands retards.

Enfin, après trois mois de travaux, on put mettre la main à l'œuvre pour l'établissement du cuvelage.

Le 6 mai 1856, les quatre premiers tronçons, la boîte à mousse et le fond d'équilibre, étaient suspendus sur le puits.

Le 11 mai, tout cet appareil était descendu jusqu'à la tête du niveau, et l'on commençait à descendre le cuvelage dans l'eau.

Tous les tronçons furent ensuite successivement ajustés les uns sur les autres et, à mesure que l'on descendait, on allongeait le tube adapté au fond d'équilibre.

Le 26 juin, le cuvelage touchait le fond du puits.

Le travail de la descente du cuvelage eut lieu sans accident et dura cinquante deux jours. Nous avons cependant à signaler un fait contre lequel il faudra se mettre en garde, à l'occasion, car il aurait pu compromettre le succès de l'opération.

Voici de quoi il s'agit : au moment où l'on se trouvait encore à vingt-quatre mètres du fond du puits, deux trous du tube d'équilibre étaient ouverts pour laisser entrer l'eau dans le cuvelage. Par oubli de la part de l'ouvrier spécialement chargé de la surveillance de l'écoulement, le niveau de l'eau s'éleva au dessus

de ces trous, et ces derniers étant noyés, il n'était plus possible de les fermer; l'eau entrait dans le cuvelage avec rapidité; la descente ne s'effectuait plus assez vite pour suivre l'augmentation de poids qui en résultait; nous étions dans la plus grande anxiété, car les tiges de suspension étaient chargées outre mesure et pouvaient se rompre d'un instant à l'autre. Dans ce moment difficile, chacun paya de sa personne, le chef sondeur et les ouvriers chargés de manœuvrer les vis et de mettre les tiges de rallonge, poussèrent le travail sans désemparer, pendant trente-six heures consécutives, et l'on parvint enfin à toucher le fond. La charge que portaient alors les six tiges de suspension (qui avaient quatre centimètres d'équarrissage) était d'au moins 120,000 kilogrammes, soit 12 à 1,300 kilog. par centimètre carré de section.

Du 27 juin au 14 juillet suivant, on se mit en mesure de commencer bientôt le bétonnage; les échafaudages ayant servi à descendre le cuvelage furent démontés, et les engins, cabestans, planchers, etc., nécessaires pour l'opération finale furent installés.

Le bétonnage fut terminé le 28 août, soit en 45 jours.

Aucun incident remarquable ne s'est présenté pendant l'exécution de ce travail.

La pose des ancres à la tête du cuvelage ne donna lieu, non plus, à aucune observation intéressante.

§ 2. Extrait du journal des travaux du puits d'aérage de Péronnes.

Le 29 juin 1859, on commence le forage du puits d'aérage de Péronnes. Le travail marche sans accident jusqu'au 22 juillet, époque à laquelle le puits préparatoire (de $1^m,37$ de diamètre) avait atteint la profondeur de $60^m,50$, et le grand puits (de $2^m,32$) $50^m,70$.

Le 22 juillet, une des tiges en bois se casse pendant le travail. On parvient à repêcher l'appareil de sondage et à le ramener au jour, au moyen du crochet de salut, en saisissant la tige au dessous de la première douille d'assemblage. Cet accident n'a occasionné que deux heures de retard.

Le 30 août, le puits préparatoire est arrivé à $79^m,70$ de profondeur et le grand puits à $64^m,70$. On s'aperçoit que ce dernier a dévié de la verticale d'environ $0^m,40$. Pour remédier à cet accident grave, on décide que l'on adaptera au trépan une lame à dents repasseuses comme celle que porte le petit trépan, et, de plus, qu'on armera ce grand outil de guides verticales en bois, afin de le forcer à suivre toujours la ligne du puits préparatoire.

En attendant que l'outil soit prêt, on reprend le foncement du dit puits préparatoire.

Le 2 septembre, un ouvrier laisse tomber une clef de sondage dans le puits ; on cherche toute la journée, avec la cuillère à soupape, sans pouvoir la retirer.

Le 4 septembre, pendant le travail du sondage, une dent de trépan se détache ; on la retire après quelques heures de manœuvre, au moyen de la cuillère à soupape. Quant à la clef, on suppose qu'elle a été brisée par le trépan, et l'on se décide à abandonner toute tentative nouvelle pour la repêcher, les débris de cette clef ne pouvant faire obstacle à la marche du sondage.

Le 18 septembre, le puits préparatoire est arrivé à $86^m,70$ de profondeur. On arrête le travail de forage, pour monter le grand trépan avec ses nouvelles guides.

Le 22, on essaie de descendre ce grand outil, mais on ne parvient pas à le faire aller jusqu'au fond du puits, les guides en

bois déplaçant un volume d'eau tel que le poids du trépan est insuffisant pour le maintenir tout à fait d'aplomb. On retire quatre des huit pièces de guides, après quoi l'outil descend très-bien.

On attaque l'équarrissage du puits à partir de 54 mètres de profondeur.

Le 3 octobre, le puits est redressé jusqu'à 64^{m}70, et l'on reprend alors la marche ordinaire du travail d'élargissement.

Le 7 octobre, le grand puits est arrivé à la profondeur de 68^{m},50; on remarque qu"il y a encore quelques aspérités dans la partie supérieure, et l'on se décide à repasser une seconde fois les parois de ce grand puits, pour le remettre tout à fait droit.

Le 11 octobre, ce travail est terminé et l'on recommence l'élargissement.

Le 16 janvier 1860, on faisait le curage avec la cuillère à soupape : le chef des manœuvres ayant vissé incomplètement sur la tige, l'anneau de la corde d'extraction, quand on était occupé à remonter l'instrument, ce dernier s'échappa et vint tomber dans le puits. On a retiré la cuillère et ses tiges avec le crochet de salut; l'outil était fort endommagé et, de plus, un clapet détaché était resté dans le puits.

Du 17 au 21 janvier, on travaille à retirer le clapet à l'aide du grapin, mais on n'y parvient pas, parce que ce morceau de fer plat s'enfonce dans la bouillie dont le puits est encore rempli, et qu'il devient impossible de le saisir. On se décide à reprendre le sondage et à battre sur le clapet, jusqu'à ce qu'on arrive à fond du petit puits, sur un terrain résistant.

Le 29 janvier, le puits préparatoire était terminé à 108^{m},20 de profondeur et le grand puits se trouvait à 88^{m},80.

Dans la nuit du dimanche au lundi (29 au 30), le travail était suspendu comme il l'est d'habitude les jours fériés. Vers quatre heures du matin, le garde de nuit entendit un bruit considérable du côté du puits d'aérage en avaleresse : la maçonnerie formant le revêtement des parois, depuis le sol jusqu'à 5 mètres de profondeur, venait de s'écrouler. En tombant sur le plancher de manœuvre, cette masse énorme avait brisé les poutres de suspension du trépan, et précipité ce dernier au fond du puits préparatoire. C'était le petit trépan. Cet outil était resté suspendu, le dimanche

matin, à 5 mètres du fond, avec 75 mètres de tiges de bois, qui furent cassées en trois pièces; une grosse fourche de suspension en fer, un des pieds droits soutenant le chemin de fer de service, les deux ablocs portant le trépan, tout fut jeté dans le puits, en même temps qu'une quantité considérable de maçonnerie et de terre, qui vinrent remplir l'excavation et recouvrir le trépan sur une hauteur de plus de 8 mètres.

Avant de prendre des mesures en vue de réparer l'accident, nous jugeons indispensable d'étayer toutes les constructions voisines du puits, afin d'éviter de nouveaux malheurs.

On se met donc immédiatement à déblayer autour du bâtiment, et à placer un plancher de sûreté sur le puits, après quoi l'on reconstruit complétement la maçonnerie.

Le 17 février tout est rétabli en bon état à l'extérieur.

On remonte alors le plancher de manœuvre et l'on commence à repêcher les pièces de bois qui nagent dans le puits, notamment le support du chemin de fer, les ablocs et deux parties des tiges de suspension. Une dernière partie de ces tiges reste attachée au trépan, savoir : la glissière proprement dite, la tige en fer qui la surmonte (environ 3 mètres de longueur), deux tiges de 15 mètres en bois, et enfin le bout cassé d'une troisième tige en bois.

On parvient à saisir l'appareil avec le crochet de salut; mais l'outil est tellement ancré que, malgré les coups vigoureux du balancier de battage, on n'arrive pas à le faire bouger, et même la tige finit par céder, l'un des ferrements se casse par les secousses qu'il reçoit.

On reconnait l'inutilité de nouvelles tentatives de ce genre, et l'on décide que l'on cherchera à dégager le trépan, en déblayant le fond du puits avec un petit foret de $0^m,30$ et une cuillère de $0^m,24$ de diamètre et de $4^m,50$ de longueur; cette cuillère pouvait passer entre les guides du trépan et arriver jusque sur la lame qui porte les dents.

Du 25 février au 6 mars, on travaille à l'extraction des déblais.

Le 7 mars, on était arrivé à vider le puits jusqu'à 3 mètres de fond; on essaie d'accrocher la tige en bois qui reste encore sur le trépan, au moyen du crochet de salut, puis on s'attelle de nouveau sur le balancier de battage. Le trépan résiste et l'un des fer-

rements de la tige est arraché par l'effort de traction que l'on exerce.

On reprend le travail de curage, afin d'essayer encore de dégager le trépan.

Le 12 mars, on accroche l'outil avec trois tiges en fer, deux que l'on attache aux guides du trépan, avec des crochets plats, et la troisième avec un crochet de salut à la tige du dit trépan, au-dessous de la grosse douille. Sur les deux tiges des guides on monte les grandes vis devant servir à descendre le cuvelage, et avec lesquelles on peut produire un effort considérable, au moyen des engrenages qui y sont adaptés; la tige du crochet de salut est attachée au balancier du batteur. Le trépan ainsi saisi sur trois points, on tire avec force, la pression de la vapeur étant à quatre atmosphères sur le piston du batteur, et huit hommes étant attelés aux vis. On ne parvient pas à ébranler l'outil; les grosses poutres placées sur le puits pour recevoir les vis, fléchissent sous l'effort énorme de tous ces appareils; les crochets eux-mêmes se plient et les tiges se détachent des guides.

On refait les crochets et l'on recommence l'opération; mais une nouvelle rupture se produit et, de plus, le choc occasionne de nouveaux éboulements de terre dans le puits.

Il n'y a plus moyen d'atteindre jusqu'aux guides du trépan, pour renouveler l'expérience.

Le 18 mars, on reprend l'extraction des terres à l'aide des petits outils, afin de dégager le trépan.

Le 22 mars, on parvient encore une fois à accrocher les guides du trépan, avec les deux tiges, et l'on remet la troisième tige avec le crochet de salut, au-dessous de la grosse douille; les vis sont toujours attachées aux deux premières tiges et l'on attelle sur la troisième, le balancier du batteur et la corde de la machine-cabestan. On tire avec toutes les forces réunies, et les deux crochets des guides s'échappent de nouveau; on les retire; ils étaient intacts, ce qui fait reconnaître que les guides du trépan elles-mêmes se sont cassées.

(Ces pièces de fer avaient $0^m,12$ de hauteur sur $0^m,08$ d'épaisseur, soit 96 centimètres carrés de section).

Le 27 mars, on se prépare encore à accrocher le trépan. On essaie de dévisser la dernière tige en bois qui est restée sur la

glissière; malheureusement le bout de cette tige est en fer, sur une longueur de 5 mètres, et il est courbé de manière à rejeter la tige contre les parois du puits. Néanmoins, à force d'essayer, on parvient à enlever cette dernière tige, et à visser ensuite sur la glissière une nouvelle tige partant de la surface. Cette tentative difficile a réussi par l'application de deux crochets de salut, l'un en bas et l'autre en haut de la tige en bois; on avait adapté à la nouvelle tige qu'il s'agissait de visser, un chapeau conducteur en tôle d'une forme conique.

C'est le succès de cette opération qui a décidé du sort du travail; car nous étions à bout d'expédients, et l'on parlait même de la nécessité d'abandonner.

Le 31 mars, on attache la nouvelle tige au balancier de battage, et l'on tire vigoureusement et par coups répétés; après dix ou douze heures de marche, la glissière du trépan est dégagée.

Le 2 et le 3 avril, on reprend la manœuvre du battage, et après un travail suivi de vingt-quatre heures environ, le trépan commence à se détacher; il était alors remonté de 7 à 8 centimètres.

La violence des coups du batteur était telle que, trois fois pendant ces deux journées, la tige du piston de la machine fut cassée; et cette pièce n'a pas moins de 6 centimètres de diamètre.

Ensuite la marche ascensionnelle du trépan augmenta rapidement d'heure en heure et, dans la nuit du 3 au 4 avril, on parvint enfin à ramener au jour l'outil de sondage tout mutilé.

Mais tout n'était pas terminé : il restait dans le puits une quantité considérable de morceaux de fer provenant du bris des outils; il y avait aussi beaucoup de bois, de briques, etc. On se mit de suite en mesure de retirer tous ces objets, au moyen du grapin. On a réussi, à l'aide de cet instrument, à extraire non-seulement tous les morceaux de fer petits et gros qui restaient dans le puits, mais, ce qui est bien plus remarquable, un bloc de vieille maçonnerie de $1^m,80$ de longueur, 1 mètre de largeur et $0^m,60$ de hauteur, ce qui représente un mètre cube, soit un poids d'environ 2,000 kilogrammes.

Ce bloc a été enlevé trois fois avant d'arriver au jour; les premières fois la masse put s'échapper des griffes de l'instrument, lorsque celui-ci sortait de l'eau; pour réussir la troisième fois à le tenir accroché, il fallut descendre au fond du puits jusqu'à la tête

du niveau, et y saisir la masse en la liant avec des cordes.

Enfin, le 2 mai 1860, c'est-à-dire après trois mois d'un travail extrêmement laborieux, tous les dégâts occasionnés par l'accident étaient réparés, et l'on pouvait reprendre le forage du puits.

Le 4 juin, ce dernier était complétement achevé, le puits préparatoire à 108^{m},20 et le grand puits à 105^{m},20 de profondeur.

Observations. — On peut se convaincre, par l'exposé qui précède, que, à part les deux accidents importants que nous avons signalés, la déviation du puits et l'éboulement de la maçonnerie, le travail de Péronnes s'est exécuté rapidement et sans difficulté.

Quant à la déviation, c'est la première fois qu'elle se produit; nous en avons indiqué les causes, en même temps que le moyen de l'éviter à l'avenir, par l'application de guides verticales à l'outil de sondage. Nous conseillons d'en faire usage dans tous les terrains; il est d'une grande simplicité et peu coûteux.

L'éboulement de la maçonnerie du puits est un accident tout à fait indépendant du mode de travail : il est dû à une cause fortuite que nous allons faire connaître. Dans les premiers moments, nous l'avons attribué à la mauvaise confection de la maçonnerie, dont l'épaisseur n'était pas conforme au plan; le mortier non plus n'avait pas fait prise comme il aurait dû le faire depuis huit mois qu'il était placé; il est vrai que les pluies incessantes de l'année dernière avaient fortement détrempé les terrains environnants, ce qui a dû contribuer notablement à rendre la poussée plus forte. Mais enfin, malgré toutes ces défectuosités, nous ne pouvions encore nous rendre bien compte de ce qui s'était passé lorsque, par l'extraction du bloc énorme de maçonnerie retiré du puits, nous avons été amené à faire des recherches sur l'existence d'une vieille construction, (faite pour l'ancienne machine à feu de Péronnes) qui, nous n'en doutons plus maintenant, a été la principale cause de l'accident. Cette construction divisait la circonférence du puits en quatre parties isolées, contre chacune desquelles se trouvait une masse de 2 à 3,000 kilogrammes; la poussée du terrain fit surplomber l'une de ces masses, et c'est ce qui a déterminé l'éboulement.

Pose du cuvelage; — Bétonnage. — Le 5 juin 1860, on a commencé à démonter les outils de forage, et à établir la charpente

nécessaire pour installer les tiges et les vis de suspension destinées à descendre le cuvelage. Ce travail préparatoire et la descente des pièces qui eut lieu ensuite, ne furent signalés par aucun accident.

Le bétonnage, que l'on a exécuté du 26 juillet au 21 août, a marché aussi très-régulièrement ; nous n'avons eu, dans le cours de cette opération, qu'un seul accident, peu grave d'ailleurs, puisqu'il n'a gêné le travail que pendant deux jours.

Voici en quoi il consistait : le 13 août, alors que le bétonnage était déjà fait sur 50 mètres de hauteur, une cuillère, qu'on remontait, fut accrochée entre le cuvelage et les parois du puits ; en tirant dessus, on avait cassé les deux cordes des treuils qui faisaient le service de cette cuillère. Le lendemain, on parvint à dégager l'outil et à le ramener au jour.

Le bétonnage put continuer avec les deux autres cuillères.

L'épuisement de l'eau du cuvelage et l'enlèvement de l'appareil d'équilibre, n'ont présenté aucun incident à signaler ici.

L'approfondissement du puits jusqu'au niveau de 118 mètres, où se trouve la galerie de communication pour l'aérage, travail qui s'est fait par les procédés ordinaires, n'a donné lieu non plus à aucune observation importante.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE VII, *fig.* 1. Coupe verticale de la tour de sondage, du bâtiment des machines et du puits en avaleresse :

p Puits préparatoire de $1^m,37$ de diamètre ;

P Grand puits de $4^m,25$ de diamètre ;

T Grand trépan, dans la position qu'il occupe au fond du puits, lorsqu'il fonctionne ;

g Glissière ; S tige de sondage ;

HH Plancher de travail dit *Plancher de manœuvre ;*

L Levier en bois attaché au tourne-sonde ;

H'H' Premier plancher de service pour la manœuvre des outils ;

H"H" Second plancher de service pour la suspension des tiges de sondage ;

m Cylindre batteur ;

bb Balancier de cette machine ;

cc Pièce élastique ou de contre-coup (contrebalancier) ;

m' Machine-cabestan ;

n Contrepoids d'équilibre ;

Fig. 2. Coupe verticale de la tour de sondage et de la baraque des trépans ;

HH Plancher de travail ;

WW Chemin de fer pour faire rouler les outils ;

t Petit trépan en repos ;

q Cuillère de draguage représentée au moment de la vider ;

R Excavation où l'on a installé la cuve d'essai des pièces de cuvelage après que le travail de sondage était terminé ;

zz Barre de suspension des tiges ;

Fig. 3. Coupe horizontale de tous les bâtiments de sondage;

A Tour de sondage en maçonnerie;

B Baraque des trépans;

C, D, E, F, Bâtiment où se trouvent placés : le cylindre batteur en C, la machine-cabestan en D, la machine alimentaire en E, et la chaudière à vapeur en F;

G Forge pour la réparation des outils.

Fig. 4. Coupe du cuvelage suspendu sur la charpente, au moment où il va toucher le fond du puits;

p Puits préparatoire prolongé de 2 à 3 mètres au delà du grand puits;

P Puits foré au diamètre de $4^{m},25$.

C Tronçons de la partie inférieure du cuvelage;

B Boîte à mousse non encore fermée;

F Fond; T tube d'équilibre, R trou à vis servant à faire entrer l'eau dans le cuvelage;

H Cercle d'attache du cuvelage aux tiges de suspension S;

V Vis d'allongement; M cabestan pour les mettre en mouvement;

G Charpente de suspension;

Fig. 5. Projection horizontale du plancher où sont installés les six cabestans servant à la descente du cuvelage;

Fig. 6. Grand trépan : L lame principale (en acier) portant les dents, B bras du trépan; A arbre du trépan; R bagues placées sur l'arbre pour en éviter l'usure que produiraient les guides suspendues;

G Guides fixes; G' guides suspendues.

Fig. 7, 8 *et* 9. Lame de trépan, guides fixes et guides suspendues;

Fig. 10. Projection de l'arbre et des bras du trépan.

PLANCHE VIII, *fig.* 11 *et* 13. Petit trépan :

L Lame principale ; L′ lame équarrisseuse ;
G Guides fixes ;

Fig. 12, 14 *et* 15. Détails des lames et des guides.

Fig. 16. Dents de la lame équarrisseuse.

Fig. 17. Dents de la tête du trépan.

Fig. 18. Dents du milieu.

Fig. 19 *et* 20. Tige de sondage : S tige en bois, F ferrement.

Fig. 21 *et* 22. Tourne-sonde : L levier en bois pour faire tourner le trépan.

Fig. 23 *et* 24. Vis d'allongement.

Fig. 25 *et* 26. Chaîne de suspension de l'appareil de sondage au balancier du cylindre batteur.

Fig. 27, 28 *et* 29. Tirants fixés à la pièce élastique.

Fig. 30, 31, 32 *et* 33. Détails de la glissière placée entre le trépan et la tige de sondage : D douille d'assemblage du trépan à la glissière ; F partie inférieure de la glissière, portant la rainure R ; M partie supérieure dite *le mâle*, portant le tenons T ; S tige d'assemblage en fer.

Fig. 34. Clef servant à dévisser les tiges de sondage.

Fig. 35. Anneau attaché à l'extrémité du câble d'extraction.

Fig. 36 *et* 37. Fourche pour suspendre les tiges sur le plancher de travail ou sur les chariots.

Fig. 38. Crochet pour suspendre les tiges sur l'arbre placé en haut de la tour.

Fig. 39, 40 *et* 41. Cuillère de draguage : C cylindre en tôle ; A anse rivée à ce cylindre ; B anse fixée à la tige de suspension et attachée au boulon qui passe par le centre de gravité du cylindre ; T boulon et T′ taquet avec clavette au moyen desquels on peut empêcher la cuillère de basculer ; SS clapets fixés au fond du cylindre.

Fig. 42 *et* 43. Vérin. Les deux parties sont mobiles autour de l'axe A et se rapprochent par le mouvement de la vis V ; T ouverture centrale qui s'élargit ou se rétrécit, selon que l'on fait marcher la vis dans un sens ou dans l'autre.

PLANCHE IX, *fig.* 44 et 45. Projet d'un assemblage à clavettes pour réunir le trépan et la glissière;

Fig. 46, 47. Dragueur : cet instrument est formé de deux parties : 1° la cuillère C, la tige double SS, rendue solidaire de la traverse à charnière B et les deux pistons *p* attachés à cette traverse; 2° la tige S'S' solidaire de la charnière B', à laquelle sont articulés les bras à palettes DD, TT boulons des mâchoires dans lesquelles frottent les pistons et fixés à la tige S'S'.

Fig. 48. Cuillère pour aller à fond.

Fig. 49. Crochet connu sous le nom de *loup*, servant à accrocher la cuillère.

Fig. 50 et 51. Crochet de salut.

Fig. 52 et 53. Grapin formé de deux parties : 1° la tige SS rendue solidaire du parallélogramme BB, qui porte les griffes GG; 2° la tige double S'S' qui porte la traverse *aa*, et les deux crochets CC, auxquels on attache les cordes pour la manœuvre.

Fig. 54 et 55. Fanchère, formé aussi de deux parties : 1° la tige SSS qui est fixée sur le sabot B; 2° les deux mâchoires dentelées MM, qui sont retenues par le manchon P.

Fig. 56. Cuve d'essai : A, cuve en tôle; B tronçon du cuvelage soumis à l'essai; C plateau fermant l'espace annulaire; DDD agrafes serrant les joints; F tuyau de la pompe hydraulique.

Fig. 57. Fond d'équilibre : A fond; B plateau; C cuvelage.

Fig. 58. Boîte à mousse : A sabot en bois; B cylindre en fonte suspendu par les tiges C; D tronçon inférieur du cuvelage; *ff* segments en tôle; *g* filet; K espace rempli de mousse.

Fig. 59. Partie supérieure du cuvelage : AA plateaux d'ancrage; BB tronçons du cuvelage; M maçonnerie; N bétonnage.

Fig. 60 et 61. Outil pour nettoyer le fond du puits. Les bras BB sont mobiles autour des charnières CC.

Fig. 62, 63, 64, 65, 66 et 67. Cabestans à engrenages et tiges de suspension pour descendre le cuvelage : A engrenages ; B manivelle ; V vis d'allongement terminée par l'étrier C ; D allonge des tiges de suspension ; F partie inférieure de la tige attachée au cercle avec son écrou E.

Fig. 68 et 69. Cercle d'attache des tiges de suspension du cuvelage.

Fig. 70 et 71. Cuillère de bétonnage : A caisse ; B piston ; S tige du piston ; S' tige de suspension de la cuillère ; *a* clou d'arrêt.

Fig. 72 et 73. Continuation de la tige du piston de la cuillère : C œuillet auquel on attache la corde pour le jeu du piston.

Fig. 74. Étrier pour saisir les allonges de la tige de suspension de la cuillère.

Fig. 74bis. Allonge de la tige de suspension.

Fig. 75. Partie inférieure du puits d'aérage de Péronnes : A cuvelage en fonte ; B boîte à mousse fermée ; C tonne de bois ; D trousses picotées ; F tonne de maçonnerie ; G bétonnage fait derrière le revêtement.

Errata. — Page 234, on a omis de dire que les outils désignés pour servir au curage du puits devraient être appropriés d'après le diamètre du tube d'équilibre. Le dessin de l'instrument, figures 60 et 61, est incorrect sous ce rapport.

APPRÉCIATION DE CE SYSTÈME

PAR

M. A. DE VAUX,

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES.

Dans une visite d'inspection à la mine de Péronnes, le 29 octobre 1860, nous avons constaté avec satisfaction le succès complet obtenu par M. l'ingénieur Chaudron, dans l'application du système Kind, perfectionné par lui, au forage des puits à travers les terrains aquifères.

La fosse Ste.-Marie du charbonnage de Péronnes laissait à désirer au point de vue de l'aérage. Un puits d'appel spécial étant devenu indispensable, la construction en fut décidée et commencée à la fin de juin 1859, et, le 21 août 1860, elle était terminée moyennant une dépense d'environ 56,000 francs, à peine le quart de ce qu'aurait coûté ce travail par les moyens connus.

La bande de terrains qui récèle les niveaux s'étend en profondeur depuis 43 mètres jusqu'à 105. On ne pouvait la traverser par les procédés ordinaires, c'est-à-dire en opérant l'épuisement, qu'en se condamnant à des frais d'exhaure considérables et s'exposant à compromettre la stabilité du cuvelage existant au grand puits. Le forage à niveau plein qui constitue le système Kind fut donc mis en œuvre, et, grâce aux perfectionnements introduits par M. Chaudron, il réussit admirablement.

Ces perfectionnements consistent :

1° Dans le remplacement du bois par la fonte pour la con-

fection du cuvelage, et dans l'emploi de tronçons d'une seule pièce permettant de supprimer les joints verticaux;

2° Par l'adoption d'un faux fond provisoire et d'un tube central dit tube d'équilibre pour alléger à volonté le poids du cuvelage pendant la descente, tout en se ménageant un moyen d'accès au-dessous du faux fond;

3° Dans l'emploi d'une boîte à mousse ingénieusement combinée pour étancher la base du cuvelage.

Pour faire apprécier la valeur de ces divers perfectionnements, nous nous bornerons à citer ici quelques faits révélés par l'expérience :

1° Les joints horizontaux, préalablement dressés au tour, sont parfaitement étanchés par l'interposition d'une lamelle de plomb de trois millimètres d'épaisseur rematée à l'intérieur;

2° La charge à supporter par les appareils de descente a été maintenue au-dessous de 20,000 kilogrammes, bien que le poids du cuvelage entier excédât 90,000 kilogrammes;

3° La boîte à mousse opère si efficacement qu'elle a suffi pour isoler les niveaux à l'intérieur et à l'extérieur du puits, alors qu'elle n'avait encore été comprimée que par la moitié du poids du cuvelage, et que l'espace annulaire de 16 centimètres, destiné à être rempli par du béton entre la fonte et la roche, n'était encore occupé que par l'eau du niveau.

Cette dernière observation a donné la mesure de ce qu'on devait attendre du travail achevé, c'est-à-dire de l'action simultanée de la mousse comprimée sous la charge de 90,000 kilogrammes, et de l'introduction d'un bon béton dans tout l'espace annulaire susmentionné, ménagé entre le cuvelage et les roches.

Ce béton, composé de :

2 parties chaux hydraulique en poudre,
2 — sable rude,
2 — trass d'Andernach,
1 partie ciment Médina,

a été descendu et déposé par couches minces, au moyen de cuillères spéciales, depuis le dessus de la boîte à mousse jusqu'au bord supérieur du cuvelage, et, après deux mois de repos pour en assurer la prise, on a vidé entièrement le puits et constaté que le cuvelage ne donnait lieu à aucune perte d'eau appréciable.

Nous n'hésitons point à le déclarer, c'est là un résultat très-remarquable qui dépasse toutes nos espérances, et, en présence duquel on doit se féliciter d'avoir facilité à M. Chaudron l'accomplissement de sa mission en prolongeant, à plusieurs reprises, un congé qu'il a si bien su mettre à profit.

Le but que poursuivait M. Chaudron, en s'efforçant de rendre pratique le procédé Kind pour le forage des puits de mines, est d'un immense intérêt pour le pays.

Il suffit pour s'en faire une idée de considérer que près de 30,000 hectares, la moitié environ des terrains concédés, attribués provisoirement, ou demandés en concession au Couchant de Mons et dans la partie occidentale du Centre, sont regardés comme à peu près inaccessibles à l'exploitation, à cause de la grande épaisseur des morts-terrains à traverser, des sables boulants qui s'y rencontrent, et de l'énorme quantité d'eau qu'ils recèlent. Or, on peut espérer que, au degré de perfection auquel l'a amené aujourd'hui M. Chaudron, le système Kind permettra de descendre des puits sur presque tous ces points sans sortir des conditions économiques que comporte l'exploitation.

15 février 1861.

CALCUL DE LA RÉSISTANCE

DES

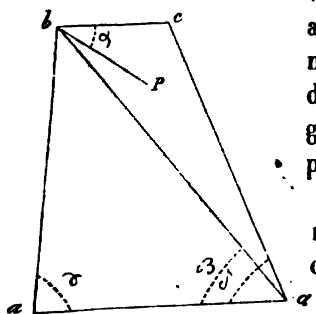
FERMETTES ET DES AIGUILLES DES BARRAGES MOBILES,

PAR M. L. BERGER,

INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES.

FERMETTES.

Premier système. Une fermette de barrage se compose d'un trapèze *abcd* traversé par une diagonale ou bracon *bd* et mobile autour de la base *ad*.



Les efforts auxquels la fermette doit résister sont une force P provenant de la pression de l'eau, et agissant suivant une direction connue, et en second lieu le poids d'un tablier supérieur et des charges que celui-ci peut avoir à supporter.

On se rend aisément compte du rôle que joue chacune des pièces d'une fermette ainsi composée.

La principale est le bracon;

c'est lui qui doit supporter la plus forte partie de l'effort P. Pour cela il faut non seulement qu'il ait des dimensions suffisantes, mais qu'il ne puisse tourner autour du point *d*, ni glisser le long de *ad*. La pièce *ab*, retenue fixement en *a*, sert à empêcher le premier mouvement; un point d'arrêt et au besoin la traverse *ad* s'oppose au second.

Les deux points d'arrêt *a* et *d* s'obtiennent au moyen des tourillons qui terminent la traverse inférieure *ad* et des crapaudines dans lesquelles ils pénètrent; c'est d'après les dimensions que doivent recevoir ces tourillons que se calculent celles de la traverse *ad*.

Si la fermette n'avait à résister qu'à la force P le système composé des trois pièces, *ab*, *ad* et *bd*, serait suffisant; les deux autres pièces *bc* et *cd* n'ont d'utilité que pour l'établissement du pont de service et c'est uniquement d'après le poids de ce pont et de sa charge éventuelle que leurs dimensions doivent être calculées.

La hauteur de la fermette et la longueur de la pièce *bc* sont toujours données d'avance. Le problème à résoudre consiste à déterminer quelles valeurs il faut donner aux angles γ et β, dont tous les autres dépendent, pour obtenir la résistance voulue avec la moindre quantité de matière. Mais la question ainsi traitée dans sa généralité donnerait lieu à des calculs très compliqués; c'est pourquoi nous préférons suivre une voie un peu détournée, qui donnera des résultats moins rigoureusement exacts au point de vue mathématique, mais cependant aussi approchés qu'on peut l'exiger dans la pratique.

A cet effet nous ferons d'abord abstraction de la charge supérieure, sauf à examiner ensuite quelles sont les modifications que la considération de cette charge peut entraîner dans la disposition relative des différentes pièces de la fermette.

Soit α l'angle que fait la force P avec l'horizontale *bc*, ou la direction des aiguilles avec la verticale; cette force pourra se

décomposer en deux autres, dirigées suivant *bd* et *ab* et qui auront pour expression :

$$Q = P \frac{\sin(\gamma+\alpha)}{\sin(\gamma+\beta)}$$

$$T = P \frac{\sin(\beta-\alpha)}{\sin(\gamma+\beta)}$$

La première de ces forces comprime le bracon et tend à le faire fléchir ; la seconde agit par extension sur le montant *ab*.

Il n'y a pas lieu de s'occuper de cette seconde force, parce que les dimensions auxquelles elle conduirait pour la pièce *ab* seront toujours moindres que celles qui résulteraient de la considération des charges supérieures, dans le cas où ces charges agiraient seules, mais il convient d'examiner quelles sont pour le bracon la forme et la disposition la plus favorable que l'on puisse choisir.

Cette pièce étant considérée comme chargée debout suivant son axe, doit pouvoir résister également dans tous les sens, ce qui exige que sa section transversale soit symétrique par rapport à son centre de figure ; de plus il convient que cette section transversale ait, pour une surface donnée, le plus grand moment d'élasticité possible. La forme carrée est la seule qui satisfasse à ces conditions, et c'est par conséquent celle qu'il faudra adopter pour le bracon.

En second lieu, il convient que pour une longueur donnée au bracon, la force Q soit également un minimum ; or si l'on prend la dérivée de son expression en considérant γ et λ seuls comme variables on trouve abstraction faite de la constante P.

$$\frac{\sin(\gamma+\beta)\cos(\gamma+\alpha)\left(1+\frac{d\alpha}{d\gamma}\right)-\sin(\gamma+\alpha)\cos(\gamma+\beta)}{D^2}$$

ou

$$\frac{\sin(\gamma+\beta)\cos(\gamma+\alpha)\frac{d\alpha}{d\gamma}+\sin(\beta-\alpha)}{D^2}$$

$\frac{d\alpha}{d\gamma}$ est nécessairement négatif, puisque le pied des aiguilles restant invariable, quand γ augmente α diminue ; $\gamma + \alpha$ est toujours aussi plus grand qu'un angle droit, et comme dans la pratique β est toujours plns grand que α, il en résulte que la dérivée de Q est constamment positive, ou que Q lui-même augmente de valeur avec γ. Il convient donc de donner à γ la plus faible valeur possible. Cet angle toutefois ne différera jamais beaucoup d'un angle droit afin de ne pas donner trop de longueur aux aiguilles.

Reste enfin à chercher quelle est la valeur la plus convenable à donner à β.

Pour cela nous remarquerons que, toutes choses égales, il convient de donner au bracon une inclinaison telle que la quantité de matière qui entre dans sa composition soit la moindre possible. Or, on sait que les dimensions d'une pièce chargée debout se déterminent par deux conditions, la première qu'il n'y ait pas rupture par compression, et la seconde qu'il ne puisse y avoir flexion. Dans le cas actuel, la longueur est toujours fort grande relativement aux dimensions transversales et il suffira de s'assurer que la flexion est impossible. Cette condition exige que l'on ait,

$$Q \leqq \frac{\pi^2 \varepsilon}{4 a^2}$$

expression dans laquelle π est le rapport de la circonférence au diamètre, ε le moment d'élasticité de la section transversale et $2a$ la longueur de la pièce. La section transversale étant un carré, on a ε

$$\varepsilon = E \frac{b^4}{12}$$

E étant le coefficient d'élasticité de la matière employée.

Et par suite

$$Q = \frac{\pi^2 E b^4}{48 a^2}$$

D'où l'on déduira la moindre valeur de b lorsque la longueur $2a$ sera connue.

Remplaçant Q par sa valeur déjà trouvée et $2a$ par $\frac{h}{\sin \beta}$ (h étant la hauteur de la fermette), on a

$$P \frac{\sin(\gamma+\alpha)}{\sin(\gamma+\beta)} = \frac{\pi^2 E b^4 \sin^2 \beta}{12 h^2}$$

et l'on aura pour le volume du braeon

$$\frac{b^4 h^2}{\sin^2 \beta} = V^2 = \frac{12 P h^4 \sin(\gamma+\alpha)}{\pi^2 E \sin^4 \beta \sin(\gamma+\beta)}$$

qu'il s'agit de rendre un minimum.

La dérivée de cette expression, abstraction faite des constantes est

$$-\frac{4 \sin^3 \beta \cos \beta \sin(\gamma+\beta) + \sin^4 \beta \cos(\gamma+\beta)}{D^2}$$

ou $$-\frac{\sin^3 \beta \cos \beta \cos(\gamma+\beta)\,[4 \operatorname{tg}(\gamma+\beta) + \operatorname{tg} \beta]}{D^2}$$

Cette dérivée est nulle pour $\beta = 0$ et $\beta = 90°$, qui correspondent à des *maxima ;* mais à partir de $\beta = 0$ la dérivée précédente est négative, c'est-à-dire que la fonction elle-même décroît jusqu'au moment où

$$4 \operatorname{tg}(\gamma+\beta) + \operatorname{tg} \beta = 0$$

qui donnera la valeur de $tg\ \beta$ correspondante à un minimum.

Cette valeur de $tg\ \beta$ est

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{2}\left(5 \cot \gamma + \sqrt{25 \cot^2 \gamma + 16}\right)$$

Si γ était droit, ce qui est toujours sensiblement exact

dans la pratique, on aurait $\operatorname{tg}\beta = 2$, c'est-à-dire que dans ce cas *la base de la fermette devrait être la moitié de la hauteur.*

La valeur $\operatorname{tg}\beta = 2$ n'est pas toujours susceptible d'être admise, surtout pour les petites fermettes. Ainsi qu'on pourra en juger par l'examen des effets produits par les charges supérieures, il convient que l'angle δ soit au plus égal à γ; il y a donc lieu de chercher une seconde limite. Pour cela nous remarquerons qu'il peut être utile de donner au bracon la moindre section transversale possible, parce qu'alors les montants qui ont une section rectangulaire dont le grand côté est égal à celui du bracon, pourront recevoir une forme qui les rapprochera davantage de celle d'égale résistance.

L'expression précédente nous donne.

$$b^4 = s^2 = \frac{12\,P\,h^2 \sin(\gamma+\alpha)}{\pi^2\,E \sin^2\beta \sin(\gamma+\beta)}$$

dont la dérivée, abstraction faite des constantes, est

$$-\frac{\sin\beta\cos\beta\sin(\gamma+\beta)\,[2\operatorname{tg}(\gamma+\beta)+\operatorname{tg}\beta]}{D^2}$$

On verra, comme dans le cas précédent, que le *minimum* correspond à

$$2\operatorname{tg}(\gamma+\beta)+\operatorname{tg}\beta=0$$

d'où
$$\operatorname{tg}\beta=\frac{1}{2}\left(3\cot\gamma+\sqrt{9\cot^2\gamma+8}\right)$$

et si $\gamma = 90^\circ$, $\operatorname{tg}\beta = \sqrt{2}$, c'est-à-dire que *la base de la fermette qui satisferait à cette condition serait le côté du carré dont la hauteur serait la diagonale.*

Les valeurs de $\operatorname{tg}\beta$ ci-dessus trouvées, forment deux limites entre lesquelles on pourra, selon les cas, choisir la valeur la plus convenable, d'après les autres conditions que l'on aura à remplir.

Nous passons maintenant à l'examen des effets produits par la charge supérieure.

Cette charge peut être considérée comme distribuée uniformément sur la longueur *bc* et égale à $2\,pl$, si $bc = 2l$ et si p est la charge pour l'unité de longueur. Cette force donne lieu à deux pressions verticales égales à pl agissant en chacun des points b et c. La première se décompose en deux, l'une $\frac{pl \cos \beta}{\sin (\gamma + \beta)}$ suivant *ab* et l'autre $\frac{pl \cos \gamma}{\sin (\gamma + \beta)}$ suivant le bracon.

La force pl qui agit en c se décomposera en une action $\frac{pl}{\sin \delta}$ suivant le montant *cd* et une action horizontale $\frac{pl}{\operatorname{tg} \delta}$ suivant *cb*. Cette dernière se décomposera à son tour au point b en $\frac{pl \sin \beta}{\operatorname{tg} \delta \sin (\gamma + \beta)}$ qui comprime le montant *ab* et $\frac{pl}{\operatorname{tg} \delta} \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin (\gamma + \beta)}$ qui étend le bracon.

On a donc en résumé à considérer suivant le bracon une force de compression

$$Q = \frac{P \sin (\gamma + \alpha) + pl \cos \gamma - pl \sin \gamma \cot \delta}{\sin (\gamma + \beta)}$$

suivant *ab* également une force de compression

$$S = \frac{pl \cos \beta + pl \sin \beta \cot \delta}{\sin (\gamma + \beta)}$$

et suivant *cd* une force de compression

$$S' = \frac{pl}{\sin \delta}$$

On voit que le bracon n'éprouvera pas de fatigue de la part de la charge supérieure si l'on a

$$pl \cos \gamma \leq pl \sin \gamma \cot \delta$$

ou

$$\operatorname{tg} \delta \leq \operatorname{tg} \gamma$$

c'est-à-dire si l'angle δ est plus petit ou tout au plus égal à γ.

La valeur de la force S nous montre d'un autre côté qu'il y a avantage à donner à δ la plus grande valeur possible afin de diminuer les chances de flexion du montant d'amont, et l'on satisfait très-bien à ces conditions en faisant $\delta=\gamma$.

La discussion que nous venons de faire et les expressions que nous avons trouvées pour les forces qui agissent sur ces différentes pièces nous permettront d'établir les conclusions suivantes en ce qui concerne les relations de ces pièces entre elles et les dimensions qu'il faut leur donner.

Le montant d'amont sera incliné sur la verticale d'une certaine quantité qui ne pourra jamais être très-grande. Celui d'aval devra avoir sur la verticale une inclinaison qui ne sera pas moindre que la première. Si, en inclinant également ces deux pièces, on obtient pour β un angle tel que sa tangente soit comprise entre 2 et $\sqrt{2}$, ainsi que cela arrivera presque toujours, la fermette pourra être considérée comme bien conçue, à moins que l'on ne juge que le bracon a des dimensions transversales trop fortes, auquel cas il pourrait être utile de donner à β une valeur telle que sa tangente se rapprochât de $\sqrt{2}$ mais sans lui être inférieure.

Le projet de fermette étant arrêté, on calculera la valeur

$$Q=\frac{P\sin(\gamma+\alpha)}{\sin(\gamma+\beta)}$$

et l'on posera ensuite

$$Q=\frac{\pi^2 \varepsilon}{4a^2}$$

d'où l'on déduira

$$b=\sqrt[4]{\frac{48Qa^2}{\pi^2 E}}$$

On calculera ensuite les deux valeurs S et S'. Si, comme cela arrive généralement, elles diffèrent peu l'une de l'autre, on pourra, pour ne pas trop multiplier le nombre d'échantil-

lons de fers, leur donner des dimensions égales, en se servant pour les calculer de la plus grande des deux valeurs S et S′, sinon on fera un calcul séparé pour chacune d'elles. Si 2L est la longueur du montant d'amont on écrira

$$S = \frac{\pi^2 \varepsilon}{4 L^2}$$

et on fera ici

$$\varepsilon = \frac{E bc^3}{12}$$

b ayant la valeur trouvée précédemment, et l'on en déduira

$$c = \sqrt[3]{\frac{48 SL^2}{\pi^2 E b}}$$

Même calcul pour le montant d'aval.

Quant à la traverse supérieure *bc*, on la considérera comme encastrée en son milieu, et sa fatigue μ résultera,

1° du moment de la force *pl* agissant à son extrémité et égal à pl^2.

2° Du moment de la force *pl* uniformément répartie et égal à $-\frac{pl^2}{2}$.

3° De la compression produite par la force horizontale $pl \times \cot \delta$.

4° Enfin du moment de la force horizontale $pl \cot \delta$, en supposant que son bras de levier soit la flèche produite par les deux premières forces et qui est $\frac{l^3}{3\varepsilon} \times \frac{5}{8} pl$.

On aura ainsi

$$\mu = \frac{pl^2 h'}{2\varepsilon} + \frac{pl \cot \delta}{E \ bc} + \frac{h'}{\varepsilon} pl \cot \delta \times \frac{l^3}{3\varepsilon} \times \frac{5}{8} pl$$

h′ étant la demi-hauteur.

En général l'influence des deux derniers termes est très-faible et on pourra se contenter d'écrire :

$$\frac{\mu}{h'} = \frac{pl^2}{2}$$

D'où
$$c' = \sqrt{\frac{3\,pl^2}{R\,b}}.$$

c' étant l'épaisseur de la pièce et $R = E\,\mu$ la résistance permanente par unité de surface de la matière employée.

La traverse inférieure *ad* a l'une de ses dimensions égale au côté du bracon afin que celui-ci appuie sur la plus grande surface possible, ce qui est favorable à la stabilité. La hauteur de cette pièce est égale au diamètre des tourillons qui la terminent. C'est ce diamètre qu'il s'agit par conséquent de déterminer.

Nous remarquerons d'abord qu'au point *a* agit une force verticale sensiblement égale à $T - pl$ (la fermette étant supposée chargée supérieurement) et une force horizontale dont on pourra se dispenser de tenir compte. En *b* agissent de même une force verticale $Q \sin \beta + pl$ et une force horizontale $Q \cos \beta + pl \cot \delta$.

La longueur des tourillons peut être considérée comme donnée d'avance; elle est déterminée par la condition que, lors des manœuvres, ils ne se dégagent pas trop facilement de leurs crapaudines. Au barrage d'Epineau, cette longueur est de $0^m,055$; aux barrages actuels de la Meuse, où le dégagement est plus facile, cette longueur a été portée à $0^m,10$.

Dans la pratique c'est celui d'aval qui est soumis au plus grand effort perpendiculairement à son axe et c'est aussi le seul par conséquent dont il suffira de calculer le rayon.

Si l'on suppose, ainsi que cela peut arriver, que la réaction de sa crapaudine puisse agir à son extrémité libre, le tourillon pourra alors être considéré comme une pièce encastrée à l'une de ses extrémités et sollicitée à l'autre par une force U perpendiculaire à sa longueur et une force $Q \cos \beta + pl \cot \delta$, qui lui est parallèle.

Si nous désignons par m la longueur des tourillons et par l_1 la longueur de la base ad, nous aurons

$$U(l_1+2m)=(Q\sin\beta+pl)(l+m)-(T-pl)m$$

D'où $$U=\frac{(Q\sin\beta+pl)(l+m)-(T-pl)m}{l_1+2m}$$

que dans la pratique on réduira à

$$U=Q\sin\beta+pl.$$

La force horizontale $Q\cos\beta+pl\cot\delta$ étant désignée par U′ on aura pour la fatigue du tourillon, r étant son rayon.

$$R=E\mu=\frac{U'}{\pi r^2}+\frac{4Um}{\pi r^3}$$

D'où l'on déduira r.

Si le terme $\frac{U'}{\pi r^2}$ est très petit par rapport à $\frac{4Um}{\pi r^3}$, on aura simplement

$$r=\sqrt[3]{\frac{4Um}{\pi R}}$$

Quant à ce qui concerne la valeur à donner à R, M. Morin [1] conseille de borner les efforts permanents par unité de surface à la moitié de ceux qui correspondent à la limite d'élasticité, ou de donner à la section transversale une surface double de celle qui correspond à cette limite, et lorsque les charges ne sont que temporaires, comme c'est le cas de la traverse supérieure des fermettes et des tourillons de la traverse inférieure, eu égard à l'hypothèse que nous avons faite sur le point d'application de U, d'élever les efforts aux trois quarts de ceux qui sont relatifs à la limite d'élasticité ; on pourra ainsi faire $R=9000000$ dans les deux formules où nous avons introduit cette quantité.

Nous pensons qu'il convient d'appliquer une règle analogue aux pièces chargées debout, c'est-à-dire de donner à Q une valeur double de celle que l'on aura trouvée par le calcul, à S et à S′ une fois et demie cette valeur. Si l'on

[1] *Résistance des matériaux*, page 49.

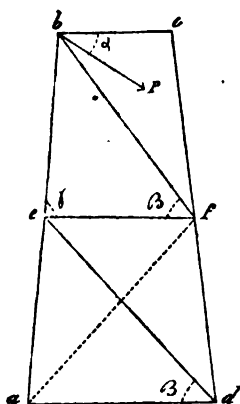
admet pour E la valeur 16,000,000,000 [1], cela revient à calculer b par la formule

$$b=\sqrt[4]{\frac{96\,Q\,a^2}{\pi^2 E}}$$

Q ayant toujours la valeur trouvée précédemment, et c par la formule

$$c=\sqrt[3]{\frac{72\,S\,L^2}{\pi^2\,E\,b}}$$

S étant la valeur connue.



Second système. — Le système de fermettes que nous venons d'examiner présente plusieurs inconvénients, lorsqu'elles doivent être employées dans des barrages où la retenue est forte ; le bracon doit alors résister à un effort plus considérable, tandis que sa longueur augmente, circonstances toutes deux défavorables. Il en est de même des montants en ce qui concerne l'augmentation de longueur. On réaliserait donc une économie importante en même temps que l'on rendrait la manœuvre plus facile, si l'on adoptait une disposition qui permît de donner moins de longueur au bracon, et de soutenir les montants dans le sens de leur moindre dimension transversale. La disposition la plus simple qui nous paraisse pouvoir être employée pour satisfaire à ces conditions consisterait à placer deux bracons au lieu d'un et à relier les montants par le tirant ef. On aurait alors en quelque sorte deux fermettes placées l'une au-dessus de l'autre et leur ensemble constituerait une véritable poutre en treillis.

Dans le calcul d'un assemblage de ce genre, nous suppose-

(1) C'est la valeur trouvée par M Hodgkinson pour les pièces chargées debout.

rons que l'inclinaison sur la verticale soit la même pour les deux montants, ce qui convient mieux ici encore que dans le système précédent, et nous aurons à chercher quelle doit être la position du tirant *ef*, pour que les bracons, avec un équarrissage égal, se trouvent dans les mêmes conditions de résistance.

Avant de calculer les efforts qui agissent sur les diverses pièces, il y a ici une observation préalable à faire. Par suite de la transmission au point *f* de l'effort exercé suivant le bracon *bf*, et de l'extension qui en résulte dans le lien *ef*, les deux montants *ab* et *cd* tendent à fléchir, et cette flexion est de nature à compliquer le problème.

Pour éluder cette difficulté, nous supposerons, comme l'ont fait MM. Beaufort et De Clercq dans leur *Mémoire sur les charpentes* (¹) qu'après les modifications de forme que les montants de la fermette auront éprouvés sous l'action de la force P ils soient devenus rectilignes. De sorte que nous aurons ici à calculer, non seulement les dimensions transversales des pièces, mais encore la longueur qu'il faudra leur donner pour que, ensuite des raccourcissements ou des allongements qu'elles auront éprouvés, les deux montants soient devenus droits.

Cela posé nous aurons, comme dans le cas précédent.

Pour la force qui agit par compression sur le bracon *bf*.

$$Q = \frac{P \sin(\gamma + \alpha)}{\sin(\gamma + \beta)}$$

Pour la force qui étend le montant *eb*

$$T = \frac{P \sin(\beta - \alpha)}{\sin(\gamma + \beta)}$$

La force Q donne lieu à une tension suivant *ef*

$$V = \frac{P \sin(\gamma + \alpha)}{\sin(\gamma + \beta)} \frac{\sin(\gamma - \beta)}{\sin \gamma}$$

(¹) *Annales des travaux publics*, t. X.

et à une compression suivant *fd*

$$W=\frac{P \sin(\gamma+\alpha)}{\sin(\gamma+\beta)}\ \frac{\sin\beta}{\sin\gamma}$$

La force V produit suivant le bracon *ed* une compression

$$Q'=\frac{P \sin(\gamma+\alpha)}{\sin(\gamma+\beta)}\ \frac{\sin(\gamma-\beta)}{\sin(\gamma+\beta')}$$

et suivant le montant *ae* une tension

$$T'=\frac{P \sin(\gamma+\alpha)}{\sin(\gamma+\beta)}\ \frac{\sin(\gamma-\beta)}{\sin(\gamma+\beta')}\ \frac{\sin\beta'}{\sin\gamma}$$

Les valeurs de Q et Q′ devant être égales respectivement à $\frac{\pi^2\ \varepsilon}{4\ a^2}$ et $\frac{\pi^2\ \varepsilon'}{4\ a'^2}$, il faut, si l'on veut que les deux bracons aient le même équarrissage, que $\varepsilon=\varepsilon'$ et par suite

$$a^2=\frac{Q'}{Q}a'^2$$

ou remplaçant Q et Q′ par les expressions qu'on leur a trouvées

$$a^2=a'^2\,\frac{\sin(\gamma-\beta)}{\sin(\gamma+\beta')}$$

Mais si l'on désigne par l la base supérieure de la fermette et par l_1 sa base inférieure, que nous supposons données d'avance, on a

$$\sin(\gamma-\beta)=\frac{l_1 \sin\gamma}{2\,a}$$

$$\sin(\gamma-\beta')=\frac{l_1 \sin\gamma}{2\,a'}$$

D'où $a'=a\sqrt{\frac{l_1}{l}}=ae$ en faisant $\sqrt{\frac{l_1}{l}}=e$,

ce qui donne le rapport des longueurs des bracons, mais si l'on joint le point a au point f on aura $af = a'$. Le point f se trouve donc sur une courbe telle que le rapport des distances de chacun de ses points à deux points fixes a et b est constant. Cette courbe est un cercle dont l'équation rapportée à deux axes, dont l'un serait la droite ba et l'autre une perpendiculaire à cette ligne menée par le point b, a pour expression

$$e^2 (x^2 + y^2) = y^2 + (x - d)^2$$

en faisant $ab = d$

ou $$y^2 (e^2 - 1) + x^2 (e^2 - 1) + 2\, dx - d^2 = 0$$

Le point f doit également se trouver sur la droite cd dont l'équation est

$$y = -x \operatorname{tg} 2\gamma - \frac{l \sin \gamma}{\cos 2\gamma}$$

En combinant l'équation de la courbe avec celle de la droite il sera facile d'en déduire les coordonnées du point f.

Si l'angle γ était droit e serait égal à 1 et l'équation de la courbe se réduirait à $x = \frac{d}{2}$ c'est-à-dire qu'alors la ligne ef diviserait la hauteur de la fermette en deux parties égales.

Dans la pratique, pourvu que γ soit très-rapproché d'un angle droit, on pourra toujours faire passer ef par le milieu de la hauteur, et donner aux deux bracons l'équarrissage du plus gros.

Le calcul des dimensions des bracons ainsi que des deux traverses supérieure et inférieure se fera comme dans le premier système. La pièce ef étant soumise à une tension V il faut, pour qu'elle puisse résister à cet effort, lui donner une section ω telle que

$$\omega = \frac{V}{R}$$

et comme il s'agit ici d'un effort permanent on fera $R = 6{,}000{,}000$ kilogrammes.

D'un autre côté cette pièce est exposée à se rompre par cisaillement au point *f*. En admettant, comme le fait M. Morin[1], que cette résistance soit à peu près la même que la résistance à la traction longitudinale, il faudra pour résister à cet effort seul que la section transversale soit déterminée par l'équation

$$\omega' = \frac{W}{R}$$

et l'on se placera dans des conditions favorables à la stabilité si l'on donne à la pièce *ef* une section transversale

$$\Omega = \omega + \omega'$$

Le montant *ab*, si ses dimensions sont suffisantes, doit ne pas pouvoir fléchir perpendiculairement au plan de la fermette, ni chacune des parties *ae* et *eb* dans ce plan lui-même. Pour que la première condition soit remplie, il suffit que sa dimension inconnue *c* soit calculée par la formule

$$S = \frac{\pi^2 \varepsilon}{4 L^2}$$

et l'on aura ici

$$\varepsilon = E \frac{b^3 c}{12}$$

d'où
$$c = \frac{48 L^2 S}{\pi^2 E b^3}$$

et pour la seconde

$$S = \frac{\pi^2 \varepsilon}{L^2}$$

en faisant
$$\varepsilon = E \frac{b c^3}{12}$$

d'où
$$c = \sqrt[3]{\frac{12 L^2 S}{\pi^2 E b}}$$

[1] *Résistance des matériaux*, p. 30.

On prendra la plus forte de ces valeurs, après avoir augmenté pour toute sécurité S′ de 50 p. c.

Le montant *cd* est soumis à son extrémité supérieure *c* à un effort de compression S′, qui peut être considéré comme agissant suivant son axe, et au point *f* à une force de compression W agissant à une distance de l'axe égale à la demi-épaisseur de la pièce. Il y a encore ici deux cas à considérer analogues à ceux qui concernent le montant d'amont.

Quant à ce qui concerne la flexion dans le sens perpendiculaire au plan de la fermette, la force W produit le même effet que si elle agissait suivant l'axe ; on a donc à examiner ici l'état d'équilibre d'une pièce chargée debout suivant son axe, en deux points, dont l'un est son extrémité supérieure et l'autre le milieu de sa hauteur (1). La section dangereuse se trouve alors évidemment dans la moitié inférieure *fd*, la seule par conséquent dont il soit nécessaire de calculer les dimensions.

Si l'on suppose que la pièce *cd* ait fléchi, l'équation d'équilibre de *ef* sera la même que si au lieu des deux forces S′ et W, il n'existait que leur résultante, et si l'on prolongeait la courbe qu'affecte *ef* jusqu'à sa rencontre avec la dite résultante, la longueur comprise entre ce point de rencontre et le point *d* jouirait par rapport à la force S′+W de la même propriété que celle d'une pièce chargée debout par une force unique, c'est-à-dire qu'en la désignant par 2 L′ on devrait avoir

$$S'+W \leqq \frac{\pi^2 \varepsilon}{4 L'^2}$$

Or, à l'origine de la flexion, le point d'application de la résultante divise *fc* en deux parties réciproquement proportionnelles à W et S′, c'est-à-dire que l'on a

$$2\,L'=L\left(1+\frac{S'}{W+S'}\right)$$

La valeur de L′ étant connue, la valeur de ε se calculera

(1) Le raisonnement serait le même si le point *f* n'était pas au milieu de *dc*.

comme précédemment et comme il s'agit ici d'une action permanente, on adoptera dans la pratique pour S' et W le double du chiffre que l'on aura trouvé.

Il y a lieu d'examiner ensuite si, avec cette valeur de c, la partie inférieure fd pourra résister à la force W agissant à une distance $\frac{c}{2}$ de son axe et à la fatigue produite par la force S' agissant suivant l'axe.

En désignant par μ la fatigue, le plus grand raccourcissement des fibres au milieu de fd. On a ([1]) :

$$\mu = \frac{S'}{E\omega} + \frac{W}{E\omega} + \frac{W\frac{c}{2}\frac{c}{2}}{\iota \cos \beta} \ (^2).$$

Dans laquelle ω est la section.

$$\iota = \frac{E\,bc^3}{12} \text{ et } \beta = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{W}{\iota}}$$

R étant la résistance permanente à la compression ou 6,000,000, il faudra que l'on ait

$$R \geqq \frac{1}{\omega}\left\{ S' + W\left(1 + \frac{3}{\cos \beta}\right)\right\}$$

Si cette condition n'est pas satisfaite, la valeur de c devra être augmentée en conséquence.

La détermination des longueurs à donner aux pièces de la fermette pour que les montants prennent, sous l'action de la force P (la seule qu'il soit utile de considérer), une forme rectiligne, n'offre aucune difficulté. Si x est cette longueur

([1]) Voir les cahiers des cours de stabilité donné à l'école du génie civil, par M. LAMARLE.

([2]) A la rigueur il faudrait y ajouter la fatigue provenant du moment de la force S' dont le bras de levier serait la flèche produite au milieu de fd, mais ce terme sera toujours très-petit.

pour la pièce *cf*, sous l'action de la force V elle prendra un accroissement de longueur $\frac{Vx}{E\Omega}$
et l'on aura

$$x\left(1+\frac{V}{E\Omega}\right)=ef$$

d'où

$$x=\frac{ef}{1+\frac{V}{E\Omega}}$$

Pour le bracon supérieur, si x est également la longueur qu'il faut lui donner, elle sera déterminée par

$$x\left(1-\frac{a}{E\,b^2}\right)=a$$

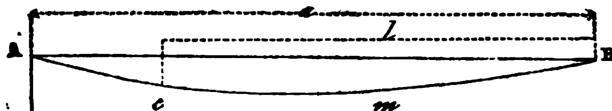
d'où

$$x=\frac{a}{1-\frac{Q}{E\,b^2}}$$

On agira de même pour les pièces *eb, ae, ed, fd;* mais, eu égard à la méthode que nous avons suivie pour calculer les dimensions de ces pièces et qui conduit toujours à des sections dépassant de beaucoup celles qui correspondent aux limites de la résistance à l'extension ou à la compression, les allongements et les raccourcissements seront toujours si petits qu'il n'y aura pas lieu d'en tenir compte dans la pratique.

Aiguilles. — Considérées au point de vue de la résistance qu'elles doivent offrir, les aiguilles sont des pièces appuyées à leurs extrémités et chargées normalement à leur direction. La charge va en augmentant depuis le point d'appui supérieur, où elle est nulle, jusqu'au niveau du bief inférieur et reste ensuite constante jusqu'au point d'appui inférieur. Les aiguilles devant être le plus légères possible, le problème à résoudre consiste à déterminer l'épaisseur et la forme qu'il faut donner

pour que la fatigue soit la même dans toutes les sections et égale à une quantité connue.



Soient A et B les deux points d'appui. Prenons AB ou l'axe de l'aiguille pour axe de x et la perpendiculaire AY a AB pour axe des y.

L'axe primitivement droit, prendra sous l'action de la pression de l'eau une forme courbe A c B. Nous pourrons, sans troubler l'équilibre supprimer les appuis A et B et remplacer leur effet par des forces égales aux réactions qu'ils exercent.

Désignons par a la longueur totale de l'aiguille, par l la longueur de la partie supérieure qui n'est soumise à la pression de l'eau que d'un seul côté, et par p le poids du mètre cube d'eau. L'épaisseur de l'aiguille devant être indépendante de la largeur qu'on lui aura donnée, nous supposerons cette largeur égale à l'unité.

Si nous désignons toujours par α l'angle que les aiguilles font avec la verticale, la pression exercée sur Ac sera $pl(a-l)$ $\cos\alpha$ et produit en B une réaction $\frac{pl(a-l)^2}{2a} \times \cos\alpha$.

Les pressions exercées sur Bc ont pour résultante $\frac{pl^2}{2}\cos\alpha$ et le point d'application de celle-ci est à une distance du point B$=\frac{2}{3}l$; il en résultera en ce dernier point une réaction $\frac{pl^2}{2}\cos\alpha\,\frac{3a-2l}{3a}$.

De sorte que la réaction à B sera exprimée par

$$P = \frac{pl(a-l)^2}{2a}\cos\alpha + \frac{pl^2(3a-2l)}{6a}\cos\alpha$$

C'est là la valeur de P dont nous nous sommes servi précédemment, si toutefois la distance des fermettes est égale à l'unité. Dans tous les cas, en multipliant la valeur précédente par la distance d'une fermette à l'autre, on aura la valeur de P, qui servira à calculer leurs dimensions. On aurait de même pour la réaction exercée par l'appui A

$$P' = \frac{pl\,(a^2 - l^2)}{2a} \cos \alpha + \frac{pl^2}{3a} \cos \alpha$$

Nous avons à considérer séparément l'état d'équilibre de la partie c B et celui de la partie A c.

Si nous désignons par x la distance d'une section quelconque m de la première au point A, nous aurons, en écrivant que le moment des forces développées dans cette section est égal à celui des forces extérieures agissant sur c B

$$\varepsilon \frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{p\,(a-x)^3}{6} \cos \alpha - P\,(a-x) \quad . \; . \; . \; . \quad (A)$$

et pour une section quelconque de la partie A c

$$\varepsilon \frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{pl^2}{2} \cos \alpha \left(a - \frac{2}{3}\,l - x\right) + pl \left(\frac{a-l-x}{2}\right)^2 \cos \alpha$$
$$- P\,(a-x). \quad (B)$$

La section où l'aiguille devra présenter le plus d'épaisseur sera celle où le moment des forces développées sera le plus grand. Si l'on suppose que cette section se trouve dans l'intervalle c B, on obtiendra sa position en égalant à zéro la dérivée du second membre de l'équation (A), ce qui donne

$$p \frac{(a-x)^2}{2} \cos \alpha = P$$

D'où $a - x = \sqrt{\dfrac{2\,P}{p \cos \alpha}}$

et $x = a - \sqrt{\dfrac{2\,P}{p \cos \alpha}}$

Si cette valeur de x est plus grande que $a - l$ où $\sqrt{\frac{2P}{p\cos\alpha}} < l$, elle donnera la position véritable de la section cherchée; dans le cas contraire, elle se trouvera dans l'intervalle Ac et on l'obtiendra par l'équation

$$-\frac{pl^2}{2}\cos\alpha - pl(a-l-x)\cos\alpha + P = 0$$

d'où $$a-l-x = \frac{2P - pl^2\cos\alpha}{2pl\cos\alpha}$$

et $$x = a - l - \frac{2P - pl^2\cos\alpha}{2pl\cos\alpha}$$

Après avoir déterminé cette valeur de x, on la substituera dans l'équation A ou B, selon qu'elle sera plus grande ou plus petite que $a - l$, et l'on aura alors

$$\varepsilon\frac{d^2y}{dx^2} = \varepsilon\frac{\mu}{h'} = M$$

En désignant par M ce que devient le second membre par cette substitution. Comme $\varepsilon = \frac{Ec^3}{12}$ et $h' = \frac{c}{2}$ on aura finalement

$$E\mu c^2 = 6M$$

et $$c = \sqrt{\frac{6M}{E\mu}} = \sqrt{\frac{6M}{R}}$$

pour la plus grande épaisseur de l'aiguille.

Nous avons dit qu'il convenait que la pièce soit d'égale résistance, c'est-à-dire que la fatigue p reste constante dans toutes les sections. Il suffira pour cela, après avoir remplacé $\varepsilon\frac{d^2y}{dx^2}$ par $\frac{E\mu c^2}{6}$ dans chacune des équations (A) et (B), de don-

ner à x des valeurs croissantes depuis $x=a-l$ jusqu'à $x=a$ dans la première, et depuis $x=0$ jusqu'à $x=a-l$ dans la seconde, et d'en déduire les valeurs correspondantes de c, qui seront les épaisseurs cherchées. Par cette méthode on obtient $c=0$ aux deux points A et B; comme cette valeur n'est pas admissible si l'on veut qu'il n'y ait pas rupture par cisaillement, on admettra, à défaut d'expériences directes, qu'il en est du bois comme du fer, c'est-à-dire que la résistance au cisaillement est la même que la résistance à l'extension directe; on aura dès lors au point A

$$c=\frac{P}{R}$$

et au point B

$$c=\frac{P'}{R}.$$

La section longitudinale étant déterminée, la largeur de l'aiguille se déterminera par la condition que son poids ne dépasse pas un chiffre donné; comme il importe aussi que le nombre d'aiguilles soit aussi faible que possible, surtout si le débit de la rivière n'est pas considérable, il conviendra que le bois à employer soit à la fois léger et résistant; ce sont deux qualités que possède le sapin. D'après des expériences de M. Barlow sur le sapin de Riga, rapportées par M. Morin (1), le chiffre $E\mu=R$, correspondant à la limite de l'élasticité, varie entre 1,423,859 kil. et 1,385,582 kil. dont la moyenne est 1,404,720 kil. La légèreté étant ici une condition de rigueur, il conviendra d'adopter pour valeur pratique de $E\mu$, selon l'indication de M. Morin (2), les trois quarts du chiffre ci-dessus, ce qui correspond très-sensiblement à $E\mu=1,000,000$ kil.

Namur, le 25 avril 1860.

(1) *Résistance des matériaux*. p. 240.
(2) *Id.* p. 50.

MINES.

NOTICE

SUR L'ARRÊTE-CUFFAT

EN USAGE

A LA MINE DE CRAHAY, A SOUMAGNE,

PAR M. MUESELER,

INGÉNIEUR DES MINES.

L'arrête-cuffat que M. Buttgenbach a inventé en 1848 et dont la description se trouve dans le tome IX des *Annales des Travaux Publics*, ne s'est point propagé dans les mines du bassin de Liége, à cause du coût trop élevé des échelles conductrices ou de son peu d'efficacité, lorsqu'on voulait se servir du boisage ordinaire des puits pour arrêter la cage d'extraction.

Cet insuccès d'un appareil qui pouvait cependant rendre à notre industrie minérale de si grands services, tant au point de vue des intérêts matériels que de la sûreté des ouvriers, nous engagea à rechercher un système de guidonnage qui présentât à la fois des conditions de sécurité, de durée et d'économie propres à en généraliser l'emploi.

Le système auquel nous nous sommes arrêtés fut appliqué en 1853 au charbonnage de Crahay, à Soumagne, où il est encore en usage. Pendant les sept années que l'arrête-cuffat a fonctionné, le câble d'extraction s'est rompu cinq fois, et chaque fois la cage est restée suspendue, sans qu'il en soit

résulté la moindre détérioration, soit aux guides, soit à l'appareil lui-même, bien qu'à la dernière rupture, arrivée le 25 juillet de cette année, le bouclier ait eu à supporter le choc d'un bout de corde de chanvre de 170 mètres de longueur.

Aujourd'hui, que notre perfectionnement a reçu la sanction de l'expérience, nous croyons que le moment est venu de le soumettre à l'appréciation des exploitants.

Ainsi que l'indiquent les figures 1, 2 et 3 de la planche X, les échelles de Buttgenbach ont été remplacées par des conducteurs en fer *a*, présentant dans une section transversale la forme d'un angle droit et fixées aux différents cadres du boisage par des boulons à forte tête *b*, destinés en même temps à compléter la série des points d'arrêt *c*.

Les raisons qui nous ont conduit à faire choix de cette disposition sont : la facile exécution des conducteurs, la grande solidité que ceux-ci trouvent, en partie, dans leur forme et dans les points d'arrêt, leur durée, la valeur que conservent les matériaux employés, l'absence totale de réparations et enfin le prix peu élevé de tout l'ensemble [1].

Une modification assez importante au point de vue de la dépense a en outre été apportée à l'arrête-cuffat lui-même : aux verroux simples de Buttgenbach, nous avons substitué des verroux à deux têtes *dd'* qui nous ont permis de réduire de moitié le nombre des points d'arrêt.

Enfin, dans le but de consolider la cage et de la maintenir fermement entre ses guides, nous avons cru devoir faire régner, sur toute sa hauteur, les pièces de fer conductrices *x*.

Liége, le 20 octobre 1860.

[1] Les quatre guides, les boulons, les têtes d'arrêt, y compris le forage, coûtent 16 fr. au mètre courant de bure.

TÉLÉGRAPHES.

SITUATION

DES

LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES BELGES

EN JANVIER 1861.

RÉSUMÉ DES OPÉRATIONS EN 1860.

PAR M. J. VINCHENT,

INGÉNIEUR EN CHEF.

Le dix-septième volume des *Annales des travaux publics* contient un exposé succinct de la situation des lignes télégraphiques belges en 1859, et des résultats obtenus pendant cette année et la précédente.

Nous nous proposons de compléter cet exposé, en rendant compte des opérations de l'exercice 1860, ainsi que des modifications apportées, depuis un an, à notre réseau télégraphique et à son matériel.

Les lignes télégraphiques du gouvernement s'étendent actuellement sur une longueur totale de 1,465 kilomètres. Le développement des fils conducteurs s'élève à 4,111 kilo-

mètres et se répartit comme suit, quant au mode d'installation :

	LIGNES. — Kilom. —	FILS CONDUCTEURS. — Kilom. —
Fils sur poteaux, établis, savoir :		
Sur les chemins de fer de l'État. . .	690	3,164
Sur les chemins de fer concédés. . .	671	750
Sur les routes ordinaires	99	155
Fils souterrains, dans les villes . . .	5	42
Totaux.	1,465	4,111

Il y a lieu de citer, en outre, 847 kilomètres de fils conducteurs appartenant aux chemins de fer concédés et placés, en partie sur les lignes de l'État, en partie sur des lignes appartenant exclusivement aux sociétés concessionnaires, lignes dont la longueur totale est de 228 kilomètres. Ces lignes sont utilisées, pour la plupart, au service des correspondances privées.

Il y a donc, en Belgique, 4,958 kilomètres de fils télégraphiques formant un réseau de 1,693 kilomètres de longueur.

Au 1er janvier 1859 les bureaux télégraphiques ouverts aux correspondances privées étaient au nombre de 78.

Ce nombre était porté à 87 au 1er janvier 1860.

Il s'est élevé à 144 au 1er janvier 1861, savoir : 100 bureaux de l'État (fils et appareils du gouvernement) et 44 bureaux des chemins de fer concédés, faisant le service de la télégraphie privée pour le compte de l'État.

Sur les 100 bureaux de l'État, 70 sont installés dans les stations du chemin de fer de l'État, 18 dans certaines stations de chemins de fer concédés, et 12 dans les villes; savoir : un à la bourse d'Anvers et 11 dans les locaux des perceptions des postes.

Tous ces bureaux, y compris ceux des chemins de fer concédés, ont l'appareil à lettres du système Lippens, pour correspondre entre stations voisines, sauf les exceptions ci-après :

a. Les bureaux de Marche, Neufchâteau, Diest, Aerschot et Selzaete, installés aux perceptions des postes de ces localités, n'ont que l'appareil Morse;

b. Les bureaux de Dolhain et Herbesthal (chemin de fer de l'État), n'ont que l'appareil à lettres du système Siemens (courant ordinaire);

c. Les bureaux de Binche et Houdeng n'ont que des appareils à lettres du système Siemens (courant magnéto-électrique sans pile).

L'appareil Morse est employé dans 33 bureaux de l'État, qui sont, à peu d'exceptions près, ceux qui transmettent le plus de télégrammes privés.

Enfin, l'appareil à lettres du système Breguet est employé, concurremment avec l'appareil Lippens, dans 9 bureaux de l'État, qui ont à correspondre spécialement avec les lignes du chemin de fer du Nord, et dans quatre bureaux des lignes belges de ce chemin de fer.

A ces données, nous joindrons le relevé du nombre d'appareils en service et en réserve sur les lignes télégraphiques du gouvernement belge :

	En service.	En réserve.	Total.
Appareils Morse.	91	19	110
» Lippens (1) . . .	130	20	150
» Breguet.	10	6	16
» Siemens.	3	»	3
Totaux. . . .	234	45	279

Les renseignements qui précèdent pouvant donner une idée générale de la situation des lignes et du matériel, nous rendrons compte, comme dans le travail précédent, des dépenses faites jusqu'au 1er janvier 1861 pour arriver à cette situation.

Les crédits successifs alloués par la législature pour l'éta-

(1) M Lippens a fourni, de plus, 120 appareils de son système aux chemins de fer concédés du pays.

blissement et l'extension des lignes télégraphiques s'élèvent, en total, à . . . . fr. 976,000

Il reste à disposer, sur le dernier crédit. de . . 44,901

Le capital dépensé s'élève donc à. . . . . fr. 931,099

somme qui a été répartie comme suit pendant le cours de onze années (1850 à 1860 inclusivement) :

Fils conducteurs (lignes établies par l'État). . . fr.	572,827	»
Appareils, locaux, mobilier.	238,385	»
Lignes rachetées.	72,000	»
Part dans l'indemnité accordée au Dr Morse (¹).	16,172	»
Valeur des approvisionnements en magasin . .	31,715	»
Total égal.	931,099	»

En retranchant de la longueur totale des lignes de l'État 59 kilomètres de lignes rachetées, comprenant 206 kilomètres de fils, il reste, comme étendue du réseau qui a coûté 572,827 fr. :

Lignes : 1,406 kilomètres.
Fils . . 3,905 »

Pour évaluer la dépense moyenne par kilomètre, il faut, comme nous l'avons fait précédemment, retrancher de la somme de 572,827 fr., les frais occasionnés spécialement par les lignes souterraines, les fils conducteurs isolés placés dans les tunnels, les cours d'eau, les bâtiments, etc., dépenses qui résultent de circonstances locales et exceptionnelles. Ces frais ont été de fr. 55,258. Il reste donc une dépense de fr. 517,569, s'appliquant aux fils établis sur poteaux, dont le développement est :

Lignes : 1,396 kilomètres.
Fils . . 3,842 »

(¹) D'après une convention internationale, conclue à Paris en août 1858, un certain nombre de gouvernements européens, ont accordé au docteur Morse une récompense de 400,000 francs, répartie entre eux, en proportion du nombre d'appareils-Morse en service sur leurs lignes télégraphiques respectives. La part contributive de la Belgique a été fixée à 16,200 francs.

La dépense moyenne serait donc 371 fr. par kilomètre de ligne complète et 135 fr. par kilomètre de fil (poteaux compris).

La moyenne, calculée de cette manière, est restée la même pour le coût des fils. Elle a diminué pour les lignes complètes, la plupart des lignes nouvelles établies depuis deux ans n'ayant qu'un seul fil.

Si l'on admet qu'un kilomètre de poteaux coûte à peu près autant qu'un fil, sur la même longueur, il y a lieu d'ajouter aux 3,842 kilomètres de fil, 1,396 unités représentant les poteaux, soit en tout 5,238 unités ayant coûté chacune fr. 98,81.

Le prix moyen des lignes établies jusqu'en 1859 était fr. 102,70. Les lignes nouvelles ont donc été construites dans des conditions plus économiques, ce qui provient de l'emploi plus général de fil de 3 millimètres de diamètre, au lieu de fil de 4 millimètres. Pendant que la dépense en fils diminuait, le prix des poteaux augmentait. On ne devrait donc pas, pour être exact, évaluer des lignes à construire d'après le chiffre de fr. 98,81, qui doit être considéré plutôt comme une moyenne générale des dépenses effectuées jusqu'à ce jour.

Les détails donnés dans le t. XVII des *Annales* sur les divers objets de matériel employés dans notre exploitation télégraphique, leurs prix et les modèles à préférer, sont applicables, pour la plupart, à la situation actuelle. Nous en ferons une revue rapide, dans le même ordre, afin de n'oublier aucun renseignement nouveau.

FILS CONDUCTEURS.

Les fils placés sur poteaux, en dernier lieu, ont 3 millimètres de diamètre environ (n° 11 anglais). Ils sont en fer galvanisé, et l'épreuve au sulfate de cuivre (procédé Pettenkofer) est imposée par le cahier des charges, conformément aux conditions adoptées par l'administration française.

Le cahier des charges pour la fourniture du fil n° 11, en 1860, contenait les conditions suivantes :

« Art. 2. Le fil sera livré en bouts d'une longueur de *deux*
» *cents mètres* au moins sans soudure. Chaque bout devra
» former un rouleau séparé.

» Le fer sera de première qualité ; la surface sera bien
» galvanisée au zinc, de manière à ne présenter ni taches, ni
» gerçures, ni gouttelettes.

» Une longueur de *dix mètres* de fil devra peser au moins
» 550 grammes et au plus 650 grammes. Le diamètre ne
» pourra varier en dehors de ces limites.

» Art. 3. Le fil devra être assez souple pour pouvoir être
» enroulé sur lui-même sans rupture ni gerçure et pour for-
» mer une ligature conforme à l'échantillon déposé au bu-
» reau central des télégraphes (station du Nord, à Bruxelles).

» Art. 4. Un morceau quelconque du fil, pris soit aux
» extrémités, soit au milieu du rouleau, devra supporter
» sans se rompre un poids de *quatre cents kilogrammes*.

» Art. 5. Le fil ne sera accepté comme bien galvanisé que
» s'il peut supporter sans rougir, même partiellement,
» quatre immersions successives, d'une minute chacune,
» dans une dissolution d'une partie de sulfate de cuivre dans
» cinq parties d'eau.

» Avant les immersions le fil aura été enroulé sur un cy-
» lindre de 4 centimètres de diamètre. »

20,000 kilogrammes de fil remplissant ces conditions et fabriqué en Belgique ont été livrés à Malines, au prix de fr. 59,80 les 100 kilog.

Les joints *en torsade* sont définitivement abandonnés, parce qu'ils affaiblissent le fil. Nous en avons eu une preuve récente pendant les fortes gelées de janvier 1861. Un certain nombre de fils se sont rompus par la contraction résultant de l'abaissement de la température. Presque tous étaient cassés aux torsades.

Nous continuons à joindre les fils en les juxtaposant sur

une longueur de 15 à 20 centimètres. Un étau serre la partie moyenne des deux fils réunis, pendant que l'on tourne chaque extrémité libre autour du corps de l'autre fil. La partie moyenne est ensuite soudée à l'étain, non pour rendre le joint plus solide, mais afin d'assurer la parfaite conductibilité du fil, qui doit ne former qu'une seule pièce métallique entre les deux appareils télégraphiques qu'il est destiné à relier.

En ce qui concerne les fils souterrains, nous n'avons rien à ajouter à notre travail précédent. Une longue expérience peut seule donner des garanties, sans lesquelles une plus grande extension du système souterrain, exposerait inutilement des capitaux considérables et compromettrait la régularité des correspondances.

POTEAUX.

Les poteaux employés en dernier lieu à l'établissement et à l'entretien des lignes télégraphiques belges sont, comme les précédents, des pins, sapins ou mélèzes du pays, injectés de sulfate de cuivre, d'après le procédé Boucherie. Les conditions de fourniture sont restées les mêmes qu'en 1858, mais les prix ont continué à augmenter dans une assez forte proportion, dont le tableau suivant peut donner une idée :

NUMÉRO de l'échantillon.	LONGUEUR.	CIRCONFÉRENCE à 2m de la base (minimum)	ÉVALUATION approximative du volume.	PRIX par pièce		ÉVALUATION (2) d'après 1860.	
				en 1858.	en 1860.	Valeur du bois.	Frais de préparation.
	Mètres.	Mètres.	mèt cubes.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
1	5,50	0,42	0,077	5 »	5 50(1)	3 50	2 »
2	6,50	0,42	0,091	5 80	6 50	4 25	2 25
3	7,50	0,42	0,105	6 50	7 25	4 75	2 50
4	9 »	0,42	0,126	7 75	8 50	5 50	3 »
5	5,50	0,60	0,154	9 25	10 50(1)	6 75	3 75
6	6,50	0,60	0,182	11 »	12 50	8 »	4 50
7	7,50	0,60	0,210	12 50	15 »	9 50	5 50
8	9 »	0,65	0,284	15 »	20 »	12 50	7 50
9	10,50	0,65	0,331	19 »	25 »	15 »	10 »
10	12 »	0,70	0,462	24 »	33 »(1)	20 »	13 »

(1) Depuis 1858 il n'a pas été fourni de nos 1, 5 et 10. Les prix inscrits dans la sixième colonne ont été évalués d'après les autres échantillons, afin de compléter le tableau.

(2) Cette évaluation est également approximative, les poteaux étant livrés à l'administration, injectés et écorcés. D'après les renseignements qui nous ont été fournis, le prix moyen des sapins abattus et transportés au chantier doit être évalué à 45 fr. le mètre cube. Il reste 25 fr. environ par mètre cube pour les frais de préparation et d'écorçage, le transport du chantier à la station, les droits de brevet et le bénéfice de l'entrepreneur.

Les résultats du mode de préparation suivi en Belgique sont favorables. Plusieurs lignes nouvelles, à un ou deux fils, ont été établies en 1860 avec des poteaux injectés et plantés en 1850, et qui se trouvaient en parfait état de conservation, après ces dix années de service. On les a enlevés des lignes principales, parce qu'ils n'ont que 25 à 30 centimètres de circonférence, force insuffisante pour porter cinq ou six fils; mais ils peuvent être utilisés sur des lignes moins importantes où, selon toute apparence, ils feront encore plusieurs années de service.

Quelque avantageux que soient ces résultats, l'élévation toujours croissante du prix des poteaux injectés au sulfate de cuivre, tend à diminuer la valeur pratique du procédé. Les frais de préparation à la créosote (en vase clos), sont réduits, au contraire, d'année en année, dans l'application de ce procédé aux billes (traverses) des chemins de fer de l'État. Évaluée à fr. 19,80 par mètre cube, en 1859, la préparation à la créosote était adjugée alors à fr. 1,36 par bille. Ce prix a été réduit à fr. 1,25, puis à fr. 1,18, aux dernières adjudications, soit 18 fr. environ par mètre cube de bois à préparer. Il est probable que cette circonstance engagera l'administration à étendre à un certain nombre de poteaux télégraphiques l'essai de la créosote, essai limité jusqu'à présent aux billes de chemin de fer.

SUPPORTS ISOLANTS.

Les isolateurs du nouveau modèle belge, décrit dans le tome XVII, (page 143, pl. IV, fig. 5), continuent à offrir toutes les conditions désirables de solidité et d'isolement. Depuis dix-huit mois environ, il en a été placé 29,850 sur les lignes télégraphiques du gouvernement, et, dans cette quantité, 5 seulement ont dû être remplacés par suite d'accident : 3 d'entre eux ont été brisés par la rupture du fil qui, en se détendant violemment a heurté le tendeur contre l'iso-

lateur le plus voisin; les 2 autres avaient été brisés par des gamins, à coups de pierres. Dans cette dernière circonstance, les bords de la cloche avaient seuls été enlevés; l'étrier maintenait encore la partie supérieure, ainsi que le crochet qui s'y trouvait scellé, de sorte que le fil était resté en place au lieu de tomber sur les autres fils ou de pendre sur la voie, ainsi qu'il arrive infailliblement lorsqu'un isolateur du système français ou prussien est brisé de la même manière.

Dans un article des *Annales télégraphiques de France* (septembre-octobre 1860), concernant les télégraphes belges et leur matériel, notre nouveau support a été critiqué au point de vue de l'isolement, l'étrier étant considéré comme pouvant favoriser les dérivations. Cette critique ne nous semble pas fondée. Dans notre isolateur, comme dans les supports français et allemands, les dérivations ne peuvent avoir lieu que par la surface intérieure et extérieure de la cloche. Si, comme on peut le vérifier par l'inspection de la planche IV du tome XVII, la surface de la cloche belge, supposée humide, offre au courant autant de résistance *du crochet à l'étrier*, que dans les autres modèles et dans les mêmes conditions d'humidité il y en a du crochet au poteau, ou du fil au support en fer, les conditions d'isolement seront les mêmes, *tant que la porcelaine est intacte*.

C'est surtout aux fissures de la porcelaine et à l'altération de sa surface que les lignes télégraphiques doivent leur imparfait isolement. Si, grâce à la forme de notre cloche et à l'élasticité de l'étrier, nous obtenons une plus longue durée de la matière isolante, nous aurons évidemment réalisé un progrès, au double point de vue de l'isolement et de l'entretien.

Il est vrai, comme le fait remarquer le même article, que l'étrier, tendant à s'ouvrir, rend la pose plus difficile que dans le système français. Mais une petite presse à vis, dont les poseurs sont toujours munis et qui n'a pas plus de volume que leurs autres outils, leur permet de placer les vis avec

autant de précision et de facilité que sur des oreilles en porcelaine. En compensation de ce petit détail, nos cloches sont plus faciles à emballer que les autres supports ; elles souffrent moins des chocs, et donnent moins de déchet.

L'expérience n'est pas encore assez longue pour être entièrement concluante. Quelques années de plus nous fixeront sur la question de durée, qui est la plus importante.

Le prix actuel de nos isolateurs est établi comme suit :

	Fr.	C.
Cloche en porcelaine	»	59
Crochet en fer galvanisé	»	08
Scellement du crochet, au plâtre	»	02
Étrier en fer galvanisé	»	20
Deux vis à bois galvanisées.	»	06
Total. . . .	»	75

Nous n'avons rien à ajouter à ce qui a été dit en 1859 au sujet des autres pièces isolantes employées sur nos lignes.

Nous continuons à employer le tendeur double (système français) pour le fil de 4 millimètres de diamètre, et le tendeur simple pour le fil de 3 millimètres qui se manie beaucoup plus facilement et semble devoir être adopté presque exclusivement à l'avenir.

APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES.

Tous les appareils Morse employés en Belgique marquent les signaux à l'encre, d'après le perfectionnement de MM. Digney frères de Paris. M. Lippens, constructeur à Bruxelles, a trouvé moyen d'appliquer cette disposition à tous nos anciens appareils, y compris un certain nombre de récepteurs à poids du modèle allemand. L'administration néerlandaise, qui possède un grand nombre d'appareils de ce dernier modèle, en a confié le remaniement à M. Lippens.

Ainsi qu'on le prévoyait il y a deux ans, l'emploi de l'encre a permis de supprimer le relais local, l'effort nécessaire pour amener le papier contre la molette étant beaucoup moins grand que celui qu'il fallait pour estamper le papier, dans l'ancien système. On a remarqué même que l'on peut travailler avec des piles moins fortes, et des relais de translation plus éloignés. Bruxelles reçoit parfaitement les signaux de Paris et de Londres, sans aucun relais intermédiaire ; ces signaux sont renvoyés sur d'autres lignes, par translation, au moyen du levier agissant en même temps sur le papier, avec la même régularité que par un manipulateur ordinaire.

En conséquence, les anciens relais ont été supprimés et convertis en sonneries. Les appareils fournis en dernier lieu n'ont plus de relais, ce qui réduit le prix du récepteur à 340 fr.

La plupart des appareils-Morse sont accompagnés d'une boussole à sonnerie, dont la disposition a été décrite dans le t. XVII. L'aiguille aimantée verticale est inclinée à droite ou à gauche par un électro-aimant sans armature. La sonnerie vibratoire (trembleur) est mue par un autre électro-aimant dans lequel passe le courant de la pile même de l'appareil, lorsque l'aiguille s'incline à droite ou à gauche.

Cette disposition est avantageuse surtout quand il faut appeler, en renversant la pile, des bureaux intermédiaires qui se sont placés hors du circuit pour livrer la communication directe. Dans les bureaux principaux, où les appels sont très-fréquents, elle offre l'inconvénient de faire travailler les piles sur place et de brûler les contacts par l'effet d'un courant trop fort. Elle a été modifiée comme suit : lorsque la ligne est inoccupée, elle est dirigée vers l'électro-aimant de la sonnerie que tout appel fait fonctionner. Un commutateur permet de diriger le courant dans l'électro-aimant de la boussole, au lieu de la sonnerie. De la boussole, le courant va au récepteur. Un autre commutateur permet d'isoler la boussole et d'en supprimer ainsi la résistance. Enfin la boîte

contient aussi un paratonnerre formé d'une feuille de papier sec entre deux plaques de cuivre dont l'une communique avec la terre, l'autre avec la ligne.

Dans les conditions que nous venons de décrire, un appareil Morse tout monté coûte à l'administration :

Récepteur sans relais	fr.	340	»
Manipulateur		15	»
Sonnerie, avec boussole et paratonnerre		55	»
Commutateur triple pour donner la communication directe, soit immédiate, soit par translation		7	50
Six écrous-serre-fils		7	20
Une table et une chaise		40	»
Fils de raccordement, 4 à 5 mètres		1	30
Montage, main-d'œuvre, etc.		2	»
Total	fr.	468	»

En 1859, le même assortiment coûtait. . . . . fr. 530 »

L'alphabet du système Morse, composé de barres et de points diversement combinés, est une partie caractéristique de ce système. Une lettre, un chiffre ou un signal quelconque peut être transmis à tout instant, par une série de courants longs ou brefs, sans qu'il soit nécessaire de conserver ou d'établir, entre les deux appareils correspondants, une coïncidence quelconque, et sans perdre du temps à parcourir, sur un cadran, les signaux qu'on ne veut pas produire.

Ces deux conditions, éminemment avantageuses au double point de vue de la régularité et de la promptitude des communications, ont fait préférer jusqu'à présent le système Morse aux nombreuses dispositions par lesquelles on a cherché à imprimer directement des caractères *ordinaires* (lettres romaines et chiffres arabes) sur la bande de papier.

Ce résultat a été fréquemment obtenu, mais en perdant du temps par suite de la nécessité de faire tourner devant la

bande, avant d'imprimer une lettre, un certain nombre d'autres lettres préparées sur une roue, disposition qui offre en outre de nombreuses chances d'erreur.

Si l'on ne parvient pas à imprimer les télégrammes d'un bout à l'autre sans une seule erreur, et à les obtenir *en double* du premier coup, de manière à donner au destinataire une bande exacte et à conserver l'autre pour la garantie de l'administration, à quoi bon substituer les caractères ordinaires à l'alphabet Morse actuel? Si le télégraphiste qui reçoit doit faire une copie pour le destinataire, autant vaut qu'il la prenne d'après des signaux très-faciles à apprendre que d'après un alphabet connu de tout le monde. La manœuvre d'un appareil à lettres est plus facile *pour un commençant* que l'envoi des signaux Morse; pourtant il n'est pas un télégraphiste formé qui ne préfère cette dernière manipulation. Parmi toutes les qualités que l'on exige d'un bon télégraphiste, la manœuvre des appareils est la plus promptement acquise. La spécialité de l'alphabet n'est donc pas une objection sérieuse contre le système Morse, et il ne faut lui préférer un appareil imprimeur que pour autant que cet appareil fonctionne plus vite et plus exactement.

Ces conditions sont-elles remplies par l'appareil d'origine américaine, inventé par M. Hughes, appareil que l'administration française vient de soumettre à de minutieuses expériences? Les résultats ne sont pas encore entièrement concluants, quoique l'appareil Hughes soit très-supérieur à tous les appareils imprimeurs à nous connus. Les perfectionnements qui le caractérisent sont :

1° Emploi du courant électrique seulement pour laisser échapper, en même temps, le marteau imprimeur *des deux appareils correspondants*. Ce marteau est mu par un ressort. L'instant où il tombe correspond au passage rapide, régulier et simultané de la même lettre aux deux appareils; un seul fil conducteur suffit.

2° Règlement de la vitesse de chacune des roues par la

vibration dans l'air d'une palette plus ou moins allongée au moyen d'un curseur.

3° Coïncidence des deux roues se rétablissant d'elle-même à chaque intervalle (ou blanc) entre deux mots, de manière à n'avoir qu'un seul mot dénaturé lorsque, par accident, la coïncidence est rompue.

4° Compensation d'une très-petite différence de vitesse entre les deux roues au moyen d'un coin qui fait partie du marteau; ce coin, en s'introduisant entre deux dents dont l'intervalle est en face de la lettre, et qui font corps avec la roue, fixe exactement la lettre sous le marteau.

5° Manipulation au moyen d'un clavier; la touche qui porte une lettre n'agit qu'à l'instant où la même lettre est amenée sous le marteau des deux appareils.

L'exactitude obtenue par ces procédés est assez complète pour qu'on puisse donner aux roues une très-grande vitesse. Elles tournent pendant toute la durée de la transmission en s'arrêtant un instant pour chaque lettre.

Les signaux se forment très-rapidement et d'un seul coup; le télégraphiste n'a besoin pour transmettre que de presser une touche. Théoriquement la transmission par l'appareil Hughes doit être plus rapide et plus facile que par l'appareil Morse. En pratique, il est douteux que ces avantages se maintiennent au même degré. Si la nature de l'appareil nouveau, la situation de la ligne télégraphique ou l'état de l'atmosphère obligent à ralentir les coups de marteau successifs, il est possible que l'appareil-Morse, moins délicat, transmette tout aussi vite les signaux complexes. Le commençant trouvera ceux-ci beaucoup plus difficiles à former, mais, au bout de quelques semaines d'exercice, il les fera machinalement, comme nous articulons des sons, et sans plus de chances d'erreur que nous n'en avons, en parlant, de faire entendre un *a* au lieu d'un *o*, d'articuler un *b* au lieu d'un *d*; tandis qu'en agissant sur un clavier, on doit parfois se tromper de touche.

Quelle que soit la supériorité de l'appareil Hughes sur les

autres appareils imprimeurs, il n'est aucunement prouvé qu'il pourra se substituer avec avantage à l'appareil Morse. Ses signaux sont limités. Les spécimens que nous avons vus n'ont pas de chiffres arabes, et ne pourraient en transmettre sans complication. Cependant le système de télégraphie usité en Europe exige l'emploi des chiffres.

Enfin le système Morse se prête admirablement aux *translations* par relais et par conséquent, aux transmissions à longue distance. Il est permis de douter qu'on puisse agir par relais sur une série d'appareils Hughes.

Il convient de suspendre tout jugement décisif sur ces appareils, mais leur disposition ingénieuse mérite un grand intérêt et nous avons dû en faire mention.

Les appareils à cadran et à lettres de M. Lippens, très-répandus en Belgique, comme nous l'avons dit en commençant, ont reçu des perfectionnements dans leur mécanisme et dans leur disposition, depuis la description que l'inventeur a publiée en 1856.

Le manipulateur fonctionne au moyen d'une cannelure carrée, comme les anciens appareils du système français. Le levier mû par la cannelure produit ses contacts alternatifs par *pression* et à une assez grande distance de l'axe pour que l'huile, dont on doit lubréfier celui-ci, n'atteigne jamais les points de contact.

Le bouton destiné à arrêter à la fois les aiguilles des deux appareils correspondants agissait autrefois en coupant la ligne.— En temps humide, les faibles dérivations de celles-ci suffisaient pour faire marcher l'un des deux cadrans tandis que l'autre s'arrêtait. Les aiguilles n'étaient plus en coïncidence. Actuellement l'effet voulu s'obtient, non en coupant la ligne, mais en y envoyant un courant qui arrête brusquement sur une lettre paire l'aiguille de l'appareil à distance, tandis que l'appareil dont on presse le bouton a son aiguille ramenée à la croix par le mécanisme déjà décrit. Cette disposition a un autre avantage : dans la position de repos, alors

que l'appareil est sur *sonnerie,* l'envoi d'un courant constant fait marcher le trembleur beaucoup mieux que les courants alternativement renversés du manipulateur. On peut faire agir la sonnerie par des coups plus ou moins longs et donner ainsi des signaux convenus d'avance, analogues à ceux des sonneries spéciales employées par le chemin de fer à l'entrée de certaines stations, aux plans inclinés de Liége, etc.

Enfin les derniers appareils fournis à l'administration contiennent, dans leur boîte, une sonnerie qui remplace le trembleur séparé que l'on devait raccorder précédemment. Malgré cette addition, essentiellement commode pour le service des stations, le prix des appareils a été diminué. Nous donnons ci-dessous les frais d'un appareil complet pouvant correspondre de deux côtés :

Appareil comprenant, dans une seule boîte en chêne, le manipulateur, le récepteur, la sonnerie et deux relais d'appel avec indicateurs . . . . fr.	375 »
Commutateur-paratonnerre.	15 »
Table avec compartiments pour la pile.	60 »
Total. . . . fr.	450 »

Cette évaluation ne comprend pas la pile de trente éléments environ, qui coûte, à établir, de 50 à 60 fr.

Le poste complet revient donc au maximum à 510 fr. au lieu de 580 fr., prix de 1859.

Nos bureaux télégraphiques principaux ont adopté, en 1860, une amélioration qui ne se rattache que très-indirectement au service des appareils. Mais comme il en résulte une plus grande promptitude dans les opérations, nous croyons pouvoir en parler ici. C'est l'emploi de feuilles de papier imprégnées d'encre grasse pour calquer chaque télégramme sur la copie à envoyer au destinataire.

Autrefois, le télégraphiste recevant une dépêche, l'écrivait à la plume sur un imprimé spécial, destiné à être classé par

l'administration et sur lequel étaient inscrites toutes les indications accessoires que réclame l'exactitude du service. Après vérification, le télégramme était recopié sur un autre imprimé, collationné et mis sous enveloppe.

Actuellement le feuillet destiné à l'administration est attaché d'avance à un imprimé pour copie. Entre les deux se trouve intercalée la feuille de papier à calquer. Le télégraphiste écrit au crayon ce qu'il reçoit à l'appareil, et le télégramme se trouve reproduit sur la copie, sans perte de temps et sans chance d'erreur provenant de différence entre les deux textes.

Ce système, adopté depuis plusieurs années en Angleterre et en Allemagne, offre de grands avantages, mais il ne peut être employé que par des agents exercés. Aussi est-il limité jusqu'à présent aux bureaux principaux. Dans les localités où l'on reçoit peu de dépêches, l'ordre et le soin qu'il exige ne seraient pas justifiés par les résultats obtenus. L'économie de temps y est moins importante et des corrections fréquentes, après réception, rendraient les copies illisibles. Il arrive quelquefois que, malgré toutes les précautions, des copies calquées sont raturées et moins nettes que les anciennes copies à l'encre. Ces faits, d'ailleurs exceptionnels, n'ont amené aucune réclamation. Le public comprend que la dépêche qui lui est remise, même lorsqu'elle laisse à désirer comme élégance et netteté, lui parvient plus promptement et plus exactement qu'autrefois.

On peut obtenir par ce procédé, trois copies d'un seul coup, outre le premier feuillet au crayon. Cet avantage est important lorsqu'on reçoit des télégrammes à expédier à plusieurs adresses. Nous pouvons en citer un exemple récent.

Dans la journée du 4 février 1861, le bureau de Bruxelles a reçu de Paris, à l'adresse de cinq journaux, le discours prononcé par l'Empereur des Français à l'ouverture des Chambres. Ce discours, transmis *in extenso,* en deux parties, par deux lignes télégraphiques à la fois, contenait 1,392 mots,

et a rempli 13 feuillets. A chacun des deux appareils, un télégraphiste lisait la bande et en reproduisait le contenu sur trois copies à la fois, outre le feuillet au crayon. A mesure qu'un feuillet de cent mots environ était achevé, un autre employé le recopiait de manière à fournir deux autres copies,

La transmission, commencée à 1 heure 50 de relevée, était terminée à 2 heures 38. A 3 heures 20, toutes les copies, revues et complétées, étaient parvenues aux cinq destinataires (1).

Une réexpédition du même télégramme, de Bruxelles à Rotterdam, commencée à 2 heures 45, était terminée à 4 heures, ce qui, par une seule ligne d'appareils-Morse, donne un travail de 18 1/2 mots par minute. La transmission de Paris à Bruxelles, en deux parties, avait été faite à raison de 14 mots par minute.

On pourrait supposer, en se réglant sur cette vitesse, que l'appareil Morse transmet en une ou deux minutes les télégrammes ordinaires qui n'ont que 20 mots au moins. Il n'en est pas ainsi, parce que ces télégrammes contiennent des chiffres, des mots à vérifier, qu'ils sont précédés de préambules indispensables et réclament souvent des explications complémentaires. La vitesse pratique ordinaire de l'appareil Morse est, à présent, de 12 à 18 télégrammes par heure, collationnement compris.

PILES.

Nous avons décrit, en 1859, les piles qui sont généralement employées comme moteurs des appareils télégraphiques.

(1) En pareille circonstance, un journal qui veut profiter d'un tirage très-prochain, pour insérer un long télégramme en cours de transmission, peut envoyer au bureau télégraphique des porteurs pour prendre chaque feuillet sortant de l'appareil. Il suffit qu'il en fasse la demande à l'avance et désigne ses agents. En s'y prenant de cette manière on peut publier une dépêche de plus de mille mots, une heure environ après l'arrivée des derniers mots à l'appareil.

Les essais intéressants auxquels ont donné lieu quelques dispositions nouvelles n'ont pas enlevé à la pile de Daniell les avantages qu'elle présente sur tous les autres systèmes. Cependant, nos bureaux secondaires, où les appareils ne fonctionnent que par intermittences, continuent à employer la disposition mixte que nous avons décrite : c'est la pile de Daniell sans sulfate de cuivre, ou la pile de Bunsen sans acide azotique, où le zinc est plongé dans l'eau pure et le cuivre ou charbon dans de l'eau contenant $^1/_{12}$ d'acide sulfurique. Comme nous l'avons dit, cette pile est très-économique. Cent éléments coûtent environ 170 fr. de frais d'installation et 80 fr. par année pour l'entretien. Lorsque le travail n'est pas continu, ces cent éléments équivalent à 80 éléments de pile Daniell. Les piles de 30 éléments qui servent à l'appareil Lippens, et qui sont plus que suffisantes quand on les soigne, sont de ce système mixte.

Dans les bureaux principaux nous préférons la pile Daniell d'après la disposition que nous avons décrite la dernière dans le t. XVII, c'est-à-dire en renfermant dans des globes ou matras renversés, un kilogramme de sulfate de cuivre, qui suffit pour six à huit mois. Pendant ce temps, la pile fonctionne régulièrement sans qu'il soit nécessaire d'y toucher. Une fois par mois, on verse de l'eau pure dans les bocaux pour remplacer l'eau évaporée. On ne démonte la pile que lorsque tous les cristaux de sulfate ont disparu. Il faut remarquer que la dissolution dans laquelle plonge le cuivre de chaque élément, entretenue à saturation, pour ainsi dire goutte à goutte, par le liquide contenu dans les globes, exerce une action beaucoup plus régulière sur les vases poreux que les cristaux dont on les remplit dans l'ancienne disposition. Au lieu de renouveler les vases poreux trois fois en quatorze mois [1], on les garde tant que dure le

[1] Dans la livraison de mars-avril 1859, des *Annales télégraphiques* de France, M le directeur divisionnaire Bergon évalue à un kilogramme de sulfate de cuivre par an, la consommation d'un élément de pile de Daniell or-

sulfate de cuivre, c'est-à-dire huit mois dans les conditions ordinaires.

Nous pouvons, d'après ces données, et d'après les prix les plus récents, évaluer comme suit les frais d'installation et d'entretien d'une pile Daniell, *à globes*, de cent éléments :

100	bocaux échancrés . . . . fr.	90	»
100	vases poreux à bord émaillé	20	»
100	matras ou globes	45	»
100	bouchons avec tubes en verre	7	»
100	zincs avec lames de cuivre	100	»
2	écrous en cuivre aux extrémités, fils, etc. . .	1	75
100	kilogr. de sulfate de cuivre.	83	25
	Total. . . . fr.	347	»

Les zincs ne doivent être renouvelés qu'une fois par an, les vases poreux une fois et demie; les vieux vases valent encore 8 centimes, en moyenne, à cause du cuivre dont ils sont chargés. Il ne faut donc évaluer les frais d'entretien qu'à 12 centimes par vase. La dépense totale de cent éléments par année sera donc :

5	bocaux brisés ou fêlés à . . . . . fr.	0 90		4	50
20	matras id.	0 45		9	»
150	vases poreux	0 12		18	»
20	bouchons et tubes	0 07		1	40
100	zincs	0 90		90	»
150	kilogr. de sulfate de cuivre	83 25	p. c.	124	88
Main-d'œuvre.	Amalgame des zincs			14	87
Intérêt à 5 p. c. du capital de 347 fr. . .				17	55
	Total des frais annuels. . . fr.			280	»

C'est donc fr. 2,80 par élément et par année, dépense

dinaire. Le vase poreux se renouvellerait deux fois par an, et le zinc amalgamé après deux à trois ans. Ces évaluations doivent s'appliquer à une pile fonctionnant peu et dans un endroit toujours frais et aéré. Nos appareils les plus actifs donnent lieu à une consommation beaucoup plus forte. Il est vrai qu'à Bruxelles le local des piles resté forcément dans des conditions défavorables.

très-inférieure à celle que réclamait, dans les mêmes conditions, l'ancienne pile de Daniell (fr. 3,40 par élément, avec du sulfate à 83 fr. les 100 kilog.). Dans toutes les circonstances où l'emploi du sulfate de cuivre doit être préféré et lorsque l'emplacement permet d'employer des globes, il convient d'adopter cette disposition.

RÉSULTATS DE L'EXPLOITATION.

RÉSUMÉ DES OPÉRATIONS EN 1860.

Quoique le mouvement des correspondances en 1860 soit plus considérable que pendant l'exercice précédent, la progression n'est pas aussi forte que de 1858 à 1859. On peut en juger par les résultats suivants :

Correspondances des particuliers et du gouvernement.

	Nombre de télégrammes.		
	1858.	1859.	1860.
Entre deux bureaux belges (*service intérieur*)	47,673	65,465	80,216
Entre un bureau belge et un bureau étranger (*service international*).	58,094	83,780	95,199
Entre deux bureaux étrangers (*service de transit*).	39,959	46,995	50,404
Totaux.	145,726	196,240	225,819

RECETTES AU PROFIT DES LIGNES BELGES.

	1858.	1859.	1860
Service intérieur . fr.	89,314 05	126,297 57	142,344 91
Id. international .	187,162 72	220,032 70	232,877 28
Id. de transit . .	137,449 78	159,676 17	152,521 54
Totaux.	413,926 55	506,006 44	527,743 73

PRODUIT MOYEN, PAR TÉLÉGRAMME.

	1858.	1859.	1860.
	Fr. c	Fr. c.	Fr. c.
Service intérieur.	1 87	1 93	1 77
Id. international.	3 22	2 63	2 44
Id. de transit	3 44	3 39	3 03
Moyennes générales . . .	2 84	2 57	2 34

De 1859 à 1860, il y a eu, dans l'ensemble des correspondances privéés, une augmentation de 15 p. °/₀ qui se détaille comme suit :

23 p. c. en plus dans le service intérieur ;
14 p. c. id. id. international ;
7 $^{1}/_{2}$ p. c. id. id. de transit.

La taxe moyenne par télégramme diminue graduellement, bien que les tarifs n'aient pas été modifiés, depuis les premiers mois de 1859, jusqu'au 31 décembre 1860. A mesure que l'usage du télégraphe se répand, le public apprend à rédiger les dépêches avec plus de concision et évite par là les suppléments de taxe. Par des causes qui ne sont pas bien déterminées, ce genre de réduction s'est fait sentir surtout dans le service de transit, où, malgré 7 $^{1}/_{2}$ p. c. de télégrammes en plus, la recette a subi une légère diminution.

Sur 100 télégrammes transmis pendant les trois années, les divers sujets de correspondance ont été répartis comme suit :

	1858.	1859.	1860.
Communications des gouvernements.	2 $^{1}/_{2}$	1 $^{9}/_{10}$	1
Nouvelles de bourse.	37	26	20
Transactions commerciales.	38	51	55
Affaires privées et de famille. . . .	16 $^{1}/_{2}$	16 $^{2}/_{10}$	20
Nouvelles pour les journaux. . . .	6	4 $^{9}/_{10}$	4
	100	100	100

La comparaison de ces trois répartitions donne lieu à une observation assez intéressante. En tenant compte de l'augmentation de 15 p. c. sur toutes les correspondances, on remarque que celles des gouvernements et des journaux sont restées à peu près stationnaires; que les dépêches relatives aux affaires commerciales et de famille augmentent dans une proportion plus forte que le mouvement général. Les nouvelles de bourse diminuent au contraire d'année en année.

L'incertitude qui pèse sur les affaires de toute nature, depuis deux ans, exerce sur la correspondance télégraphique une influence sans laquelle toutes les parties de ce service prendraient un développement beaucoup plus grand que celui dont nous venons de donner une idée.

Sur les 144 bureaux télégraphiques ouverts au public, à la date du 1er janvier 1861, 87 étaient déjà établis en 1859, 54 ont été ouverts successivement en 1860 et 3 le 1er janvier 1861. Ces trois derniers bureaux sont : Aerschot, Farciennes et Poperinghe.

Les 141 bureaux qui ont fonctionné en 1860 sont rangés, dans le tableau ci-après, d'après l'ordre de leur importance en correspondances privées. Les chiffres inscrits en regard de chaque nom indiquent le nombre de télégrammes transmis et reçus pendant l'année. Les bureaux marqués d'un astérisque sont ceux qui n'ont pas été ouverts pendant l'année entière. On leur a attribué un nombre fictif de correspondances, en multipliant par 12 leur moyenne mensuelle.

1	Bruxelles (Nord).	170,078	9	Namur	4,726
2	Anvers (Bourse) .	63,915	10	Ostende.	4,679
3	Gand	15,283	11	Bruges	3,978
4	Liége (Poste) . .	13,993	12	Charleroi	3,855
5	Bruxelles (Midi) .	6,140	13	Tournai.	3,418
6	Louvain	5,456	14	Courtrai.	3,349
7	Mons	5,210	15	Anvers (Station).	2,810
8	Verviers	4,771	16	Liége (Station). .	2,595

17	Bruxelles (Luxemb.*)	2,574	51	Turnhout	415
18	Alost	2,075	52	Erquelines . . .	402
19	Malines	2,044	53	Landen	391
20	Termonde. . . .	1,967	54	Selzaete *. . . .	372
21	Huy	1,899	55	Gembloux* . . .	372
22	Spa (Poste) . . .	1,531	56	Lodelinsart * . .	344
23	St-Ghislain . . .	1,384	57	Baume	327
24	Tirlemont. . . .	1,006	58	Waremme. . . .	326
25	Ypres *.	966	59	Écaussines *. . .	321
26	Chatelineau . . .	955	60	Andenne	316
27	Seraing.	943	61	Soignies.	315
28	Arlon.	935	62	Lierre.	294
29	St-Trond	928	63	Wavre *	285
30	Hasselt.	911	64	Vilvorde	267
31	St.-Nicolas. . . .	826	65	Ciney (Poste) . .	265
32	Jemmapes. . . .	824	66	Diest *	264
33	Marchiennes. . .	808	67	Thuin.	262
34	Grammont. . . .	786	68	Jemelle *	259
35	Ath.	784	69	Roux	257
36	Leuze.	771	70	Ninove	255
37	Hal.	641	71	Longdoz.	251
38	Manage.	605	72	Nieuport * . . .	232
39	Gosselies	601	73	Furnes *	228
40	La Louvière. . .	578	74	Tamines.	223
41	Binche *	540	75	Floreffe.	216
42	Spa (Station) . .	528	76	L'Olive	214
43	Audenarde . . .	526	77	Marche	210
44	Gand (Waes) . .	518	78	Pépinster	199
45	Lokeren.	494	79	Ottignies * . . .	187
46	Chénée	489	80	Mont-St.-Guibert*	186
47	Quiévrain	488	81	Ans	181
48	Braine-le-Comte .	486	82	Neufchâteau. . .	180
49	Mouscron	465	83	Enghien *. . . .	180
50	Roulers *	430	84	Hérenthals . . .	178

85	Tubize	169	114	Denderleeuw . .	66
86	Herbesthal . . .	162	115	Namèche *. . . .	61
87	Beveren.	159	116	Marbehan * . . .	60
88	Bracquegnies . .	151	117	Nimy.	58
89	Chaudfontaine *.	151	118	Haversin*. . . .	57
90	Deynze	142	119	Aeltre.	56
91	Moustier	137	120	Court-St-Étienne*	56
92	Fleurus*	134	121	Bloemendael . .	55
93	Tête de Flandres.	124	122	Ciney (Station) *.	55
94	Wetteren	124	123	Contich	50
95	Aye*	122	124	Engis*	48
96	Thourout*. . . .	120	125	Rhisnes *	46
97	Brugelette * . . .	116	126	Grupont *. . . .	45
98	Theux *.	112	127	Amay *	44
99	Marbais *	111	128	Ougrée *	40
100	Longlier *. . . .	105	129	La Hulpe *. . . .	38
101	Habay *.	105	130	Néchin *	38
102	Jurbise	100	131	Groenendael *. .	33
103	Dolhain	90	132	Nessonvaux . . .	27
104	Dixmude*. . . .	87	133	Libramont * . .	26
105	Flémalle*. . . .	87	134	Sclaigneaux * . .	26
106	Frameries *. . .	86	135	Assesse *	25
107	Zele *.	74	136	Lichtervelde *. .	24
108	Waereghem. . .	72	137	Marche-les-Da***	17
109	Houdeng*. . . .	68	138	Bas-Oha *. . . .	12
110	Quévy*.	67	139	Rixensart * . . .	8
111	Bois-du-Luc. . .	67	140	Sterpenich * . .	7
112	Poix *.	67	141	Naninne * . . .	4
113	Ternath.	66			

Le bureau principal de Bruxelles (Nord) a transmis 33,877 télégrammes, et en a reçu 35,393 pour la ville et les faubourgs, total 69,270. Pour en représenter plus exactement l'importance, nous ajoutons, à ce mouvement propre, le

double du transit, soit 100,808 transmissions et réceptions.

Les télégrammes sont en très-petit nombre les dimanches et jours de fête. Pour se rendre compte de la quantité moyenne d'opérations par journée, il faut diviser par 300 le mouvement annuel. On se fait ainsi une idée plus exacte de l'importance de la télégraphie privée dans les diverses catégories indiquées ci-dessous :

Première catégorie : 200 à 230 télégrammes par journée, (transit non compris); Bruxelles et Anvers.

Deuxième catégorie : 45 à 50 télégrammes; Gand et Liége (poste).

Troisième catégorie : 12 à 25 télégrammes; Bruxelles (Midi), Louvain, Mons, Verviers, Namur, Ostende, Bruges, Charleroi, Tournai, Courtrai.

Quatrième catégorie : 4 à 10 télégrammes; Anvers (station) Liége (Guillemins), Bruxelles (Luxembourg), Alost, Malines, Termonde, Huy, Spa (poste), Saint-Ghislain.

Cinquième catégorie : 1 à 3 télégrammes; 38 bureaux.

Sixième catégorie : 80 bureaux ayant moins d'un télégramme par jour.

En comparant ces catégories avec celles de 1858, on peut apprécier le développement de la télégraphie privée dans les localités où ce service n'avait autrefois aucune importance.

Les deux premières catégories sont restées dans la même situation, quant au nombre de bureaux, mais avec un mouvement plus fort.

La troisième catégorie comprend 10 bureaux au lieu de 8; elle transmet de 12 à 25 télégrammes par jour au lieu de 8 à 12.

La quatrième catégorie a doublé (9 bureaux au lieu de 4); elle a de 4 à 10 télégrammes. En 1858 elle en avait de 4 à 6.

La cinquième catégorie comprend, comme en 1858, les bureaux ayant seulement 1 à 3 télégrammes par jour, mais ils sont 38 au lieu de 16.

Enfin la sixième catégorie, dans laquelle sont classés presque tous les bureaux ouverts en 1860, en contient 80 au lieu de 40. Ces bureaux n'ont pas un télégramme par jour, mais on utilise, pour la plupart d'entre eux, les appareils et le personnel des chemins de fer.

Ainsi que nous l'avons fait remarquer déjà, les services rendus par le télégraphe, tant aux chemins de fer qu'au public des localités voisines, ne doivent pas se mesurer seulement par le nombre des correspondances. La faculté de correspondre dans une circonstance donnée est hautement appréciée, alors même que cette circonstance se présente rarement. Les relevés qui précèdent ne fournissent d'ailleurs que le travail fait pour le public. Nous ne connaissons pas le mouvement des dépêches de service des chemins de fer concédés. Elles sont très-nombreuses, surtout sur les lignes à simple voie. Le nombre de télégrammes échangés en 1860 pour le service du télégraphe même et des chemins de fer de l'État s'élève à 103,532. Elles sont réparties, d'après leur objet, dans la proportion suivante :

Service des télégraphes.	14 $^1/_2$
Chemin de fer : mouvement des convois et du matériel.	81
» » colis égarés ou dévoyés.	3
» » objets divers.	1 $^1/_2$
	100

Il y a donc environ 15,000 dépêches pour le service des télégraphes, et 88,000 pour le service des chemins de fer de l'État. En appliquant à ces dernières la taxe moyenne de fr. 1 77 (service intérieur), on évalue à fr. 155,760 ce produit indirect du télégraphe ; il peut être considéré comme compensant largement le concours essentiel que trouve ce

service, en personnel et en locaux, dans les stations des chemins de fer.

Le nombre de télégraphistes spéciaux, rétribués par le budget des télégraphes et préposés à la manœuvre des appareils, à la perception des taxes, etc., dans les bureaux principaux, a varié, en 1860, de 130 à 145, moyenne 138. Leur part dans le travail total s'élève à 87 p. °/₀.

Le service télégraphique utilise, en outre, dans les petits bureaux, 125 employés des chemins de fer de l'État et des postes, qui ont une part de $11\ ^1/_2$ p. °/₀ dans le travail, plus 90 employés des chemins de fer concédés dont la part n'est que $1\ ^1/_2$ p. °/₀ jusqu'à présent.

Nous terminerons cet exposé de la situation des lignes télégraphiques belges en résumant, dans le tableau suivant, les recettes et les dépenses de chaque exercice, depuis l'organisation du service à la fin de l'année 1850.

EXERCICES.	MONTANT des recettes.	DÉPENSES ANNUELLES de personnel et d'entretien.	EXCÉDANT des recettes sur les dépenses annuelles.	CAPITAUX DÉPENSÉS répartis approximativement.	DÉPENSES non amorties par les recettes	EXCÉDANT des recettes sur les dépenses totales.
1850-1851.	81,192 10	59,116 04	22,076 06	250,000 »	227,923 94	» »
1852.	163,899 15	52,947 75	110,951 40	50,000 »	» »	60,951 40
1853.	272,782 90	70,035 62	202,747 28	100,000 »	» »	102,747 28
1854.	281,235 »	89,795 01	191,439 99	50,000 »	» »	141,439 99
1855.	257,859 75	111,500 »	146,359 75	50,000 »	» »	96,359 75
1856.	359,579 95	132,599 84	226,980 11	70,000 »	» »	156,980 11
1857.	407,011 67	177,671 44	229,340 23	105,500 »	» »	123,840 23
1858.	413,926 55	219,391 36	194,535 19	74,500 »	» »	120 035 19
1859.	506,006 44	265,343 69	240,662 75	110,000 »	» »	130,662 75
1860.	527,743 73	332,500 »	195,243 73	71,000 »	» »	124,243 73
TOTAUX	3,271,237 24	1,510,900 75	1,760,336 49	931,000 »	227,923 94	1,037,260 43

En comprenant dans les dépenses annuelles, les sommes consacrées successivement à l'établissement et à l'extension des lignes télégraphiques et des appareils de toute espèce, les recettes présentent, presque chaque année, des excédants dont le total s'élève à fr. 1,057,000 (chiffre rond).

L'exercice 1850-1851 a présenté seul un excédant de dépense de fr. 228,000.

Sans tenir compte des intérêts accumulés, qui sont à l'avantage des produits, l'excédant général de ceux-ci s'élève donc, au 31 décembre 1860, à plus de fr. 800,000.

Ce résultat est très-favorable aux intérêts de l'État, qui, sans frais aucuns, est devenu possesseur d'un instrument de correspondance éminemment utile au public, indispensable aux chemins de fer.

Il faut toutefois reproduire ici une observation déjà répétée : Les dépenses auxquelles donnent lieu l'extension et l'exploitation des télégraphes suivent une progression croissante assez rapide, et sont souvent improductives, spécialement dans les circonstances suivantes :

1° Lorsque, pour donner une juste satisfaction à des localités peu importantes, on établit des lignes et des appareils dont le public ne fait qu'un usage très-restreint ;

2° Lorsque, par suite d'une réduction de tarif, une branche de recettes s'amoindrit, ou a besoin, pour se maintenir au même chiffre, d'un nombre de télégrammes double ou triple. En cas pareil, la dépense en appareils et en personnel doit être augmentée dans la même proportion, sinon l'encombrement des correspondances amène des retards, et le service est compromis au lieu d'être amélioré.

Est-ce à dire qu'il faille s'arrêter dans la voie de progrès incessants que notre service télégraphique a parcourue depuis dix années? Ce n'est pas là notre pensée. Mais afin que ces progrès ne deviennent pas une charge pour le trésor public, il importe qu'ils soient graduels, qu'ils ne précè-

dent pas de trop loin le développement des besoins à satisfaire et y trouvent une rémunération croissante des services rendus.

Bruxelles, 7 février 1861.

CHEMINS DE FER.

PRINCIPES

DE

CONSTRUCTION ET D'EXPLOITATION.

Les délégués d'un grand nombre d'administrations des chemins de fer allemands se sont réunis, à Berlin en 1850; à Vienne en 1857, et à Trieste en 1858, pour arrêter, de commun accord, les principes fondamentaux qui doivent présider à l'établissement et à l'exploitation des chemins de fer.

Ces délégués ont constitué une association à laquelle ils ont donné le titre de : *Union des administrations des chemins de fer allemands,* et ils ont publié le résultat de leurs délibérations.

Cette publication, faite en allemand, comprend trois grandes divisions ou chapitres.

Le premier chapitre contient les principes fondamentaux, qui sont instamment recommandés pour l'établissement des chemins de fer.

Le second chapitre indique les mesures de sûreté qu'exige une bonne exploitation.

Le troisième chapitre renferme toutes les dispositions qu'il est nécessaire de prendre pour que le service de transit des voitures puisse s'opérer sur les diverses lignes faisant partie de l'*Union*.

Une revue scientifique et critique des travaux publics et de

l'industrie, publiée à Paris, sous le titre : l'*Ingénieur*, a déjà donné une traduction en français du chapitre premier des résolutions adoptées par l'*Union des administrations des chemins de fer allemands*.

Nous croyons, à notre tour, faire chose utile en publiant, dans les *Annales des travaux publics*, une traduction complète des principes qui servent généralement de base, en Allemagne, à la construction et à l'exploitation des chemins de fer.

D.

ASSOCIATION

DES

ADMINISTRATIONS DES CHEMINS DE FER

ALLEMANDS.

PRINCIPES UNITAIRES DE CONSTRUCTION ET D'EXPLOITATION, POSÉS A BERLIN EN 1850, COMPLÉTÉS A VIENNE EN MAI 1857 ET RÉDIGÉS EN 1858 D'APRÈS LES MODIFICATIONS PROPOSÉES PAR LES ADMINISTRATIONS FAISANT PARTIE DE L'*UNION DES CHEMINS DE FER ALLEMANDS*.

CHAPITRE PREMIER.

Principes fondamentaux pour la construction des chemins de fer allemands, recommandés instamment dans les constructions nouvelles, les compléments et les renouvellements importants.

A. Construction de la route.

Plate-forme.

§ 1er. La plate-forme de tous les chemins de fer, non destinés à rester de simples embranchements, doit être établie de manière à pouvoir recevoir une deuxième voie.

Largeur en couronne.

§ 2. La largeur en couronne, mesurée dans un plan hori-

zontal tangent à la face inférieure des rails et arrêtée au point d'intersection avec le talus, ne doit pas être moindre que 24 pieds 9 pouces ([1]) (7m,543) pour les chemins à double voie, ni moindre que 15 pieds 6 pouces (4m,723) pour les chemins à simple voie.

Pentes et courbes.

§ 3. Les limites de pente sont, en général,

en plaine, de . . . . $\frac{1}{200}$,
en pays accidenté, de . . . . $\frac{1}{100}$,
en pays de montagne, de . . . . $\frac{1}{40}$.

Les diverses pentes doivent être raccordées au moyen d'arcs de cercle du plus grand rayon possible.

§ 4. Partout où ce sera possible, le rayon des parties courbes de la voie ne descendra pas au-dessous de

3,600 pieds (1,097 mètres) en plaine,
et 2,000 pieds (610 mètres) en pays accidenté.

Exceptionnellement le rayon des courbes pourra être réduit à 1,200 pieds (366 mètres).

Dans les montagnes le moindre rayon sera en général de 1,200 pieds (366 mètres) et, par exception, de 600 pieds (183 mètres).

Les alignements droits, qui réunissent des courbes en sens opposé, doivent avoir en principe une longueur égale à celle des trains.

Les rampes un peu fortes doivent être convenablement adoucies dans les courbes.

§ 5. Les stations doivent être en palier sur une longueur de 1,800 pieds (549 mètres) au moins en plaine, et de 600 pieds (183 mètres) au moins en pays de montagne.

En plaine, comme en montagne, une partie de chaque station doit être en ligne droite sur une longueur d'au moins 600 pieds (183 mètres.)

([1]) Ces longueurs et toutes celles qui suivent sont en mesures anglaises dans le texte allemand, elles ont été transformées en mesures métriques placées entre parenthèses.

On ne doit pas admettre dans les stations des pentes supérieures à $\frac{1}{400}$.

Assèchement de la voie.

§ 6. La plate-forme de la voie doit être disposée de telle manière que les plus fortes gelées ne puissent atteindre le niveau des eaux souterraines.

§ 7. Le fond du ballast doit toujours pouvoir s'assécher par les côtés du chemin.

Il est désirable que les banquettes extérieures soient formées de matériaux perméables.

Précautions contre la neige.

§ 8. Dans la disposition de la plate-forme, on apportera une attention particulière sur les moyens d'empêcher l'envahissement des neiges.

Des diguettes convenablement placées, ou des plantations d'une largeur suffisante, ont donné les meilleurs résultats.

Largeur de la voie.

§ 9. La largeur normale de la voie, entre les faces intérieures des rails, doit être de 4 pieds 8 $^1/_2$ pouces (1^m,435).

Espace libre pour la route.

§ 10. Les voies ne peuvent être distantes de moins de 11 pieds 4 pouces (3^m,453) en pleine voie.

§ 11. Cet espacement *minimum* doit être maintenu en pleine voie et sur les voies des stations, où circulent des convois de voyageurs.

§ 12. L'espace libre au-dessus des rails, sur toute la largeur de la voie, doit être au moins de 15 pieds 9 pouces (4^m,80).

§ 13. Les orifices des grues hydrauliques doivent se trouver au moins à 9 pieds 4 pouces (2^m,85) au-dessus du niveau des rails.

Rails.

§ 14. Les rails doivent être en fer de bonne qualité et

convenablement laminés. En général leur longueur sera d'au moins 18 pieds (5m,486).

§ 15. La tête des rails ne doit pas avoir moins de 2 1/4 pouces (0m,057) de largeur. La surface des rails sera bombée suivant une courbe de 5 à 7 pouces (0m,127 à 0m,177) de rayon.

§ 16. La hauteur des rails doit être de 4 1/2 pouces (0m,113) au moins.

§ 17. La plus grande charge qu'un rail puisse avoir à supporter (avec le matériel actuellement en usage) est, par roue, de 150 quintaux (6,500 kilog.)

§ 18. L'inclinaison des rails, vers l'axe de la voie, sera de 1/20 de leur hauteur.

Pose des rails.

§ 19. Dans les alignements droits, les surfaces des deux rails correspondants d'une même voie doivent se trouver exactement au même niveau.

Dans les courbes, le rail extérieur sera surélevé de manière que, eu égard à la vitesse des trains, le côté des rails ne puisse être entamé par le rebord des roues.

§ 20. On n'élargira pas la voie dans les courbes de plus de 3,000 pieds (914 mètres) de rayon. Dans les courbes de 600 pieds de rayon (183 mètres), l'élargissement peut aller au plus jusqu'à 1 1/2 pouce (0m,037).

Fixation des rails.

§ 21. Les extrémités des rails doivent être coupés normalement à leur axe.

§ 22. Les rails à large base, ou les coussinets des rails à coussinets, reposeront directement sur les traverses ou les longrines.

L'arête supérieure du bord intérieur des rails doit se trouver à 1 1/2 pouce (0m,037) au moins au-dessus des moyens de fixation, tels que coussinets, chevilles, etc.

§ 23. Les joints des rails se correspondront dans les deux files de la même voie.

§ 24. Les moyens de fixation des abouts des rails doivent permettre la dilatation.

§ 25. La fixation des abouts des rails à large base avec de simples cloûs à crochet ou vis à bois, est inadmissible dans les voies principales.

§ 26. L'éclisse à quatre boulons est la meilleure pour former les joints; cependant l'éclisse à trois boulons peut être employée avec un profil de rail convenable.

§ 27. Pour former les joints des rails à coussinets, l'éclisse est également recommandable.

Supports des rails, billes, traverses.

§ 28. Le bois, imprégné d'une substance propre à le garantir de la pourriture, forme les meilleurs supports des rails.

§ 29. Le système des billes transversales doit être préféré à celui des longrines.

§ 30. Les traverses des abouts des rails doivent avoir une base plus large que les traverses intermédiaires.

§ 31. Les traverses les plus voisines des traverses d'about ne seront séparées d'elles que de l'espace nécessaire pour opérer le bourrage.

§ 32. Quand, par exception, on emploiera des longrines, elles devront être reliées entre elles au moins aux points de jonction, de telle sorte que leur distance respective ne puisse pas changer.

§ 33. Les dés en pierre ne peuvent être admis comme supports de rails, dans les constructions nouvelles, que dans les endroits où le ballast repose sur le terrain naturel.

§ 34. Dans les chemins anciens, on n'emploiera les dés en pierre, sur les parties en remblai, que pour autant que le chemin soit exploité depuis au moins 5 ans.

§ 35. Dans les courbes d'un rayon de moins de 2,500 pieds (762 mètres), les dés de joint doivent être reliés et on reliera également, au moins une fois, les dés intermédiaires de façon à empêcher tout changement dans la largeur de la voie.

Dans les courbes à grand rayon et dans les sections droites, cette liaison peut être omise, quand les dés en pierre ont l'inclinaison des rails et sont fortement bourrés de ballast.

§ 36. Un corps élastique ayant une durée suffisante doit être interposé entre le rail et les dés en pierre.

Ballast.

§ 37. Le ballast, tant sous les billes que sous les dés en pierre, doit avoir une épaisseur d'au moins 8 pouces ($0^m,203$).

§ 38. Le ballast doit être de qualité telle qu'il puisse résister à l'action des pluies et des gelées.

Ponts.

§ 39. Pour les ponts, sauf pour les ponts très-obliques, on emploiera des voûtes solides en pierre ou en bonnes briques, de préférence à tout autre système de construction.

§ 40. Les ponts en bois sont inadmissibles.

Pour les ponts en fer, toutes les parties de support du tablier seront en fer laminé ou forgé.

Passages à niveau.

§ 41. L'angle sous lequel les routes traversent à niveau les chemins de fer ne peut pas être inférieur à 30 degrés.

§ 42. Dans la voie normale, pour les passages à niveau, on donnera à la rainure, destinée au rebord des roues, une largeur de 2 5/8 pouces ($0^m,065$) et une profondeur d'au moins 1 1/2 pouce ($0^m,037$).

Aucune partie de la construction, dans l'intérieur de la voie, ne peut s'élever à plus de $0^m,037$ en dessous du bord intérieur des rails.

La rainure, destinée au passage des rebords des roues, sera élargie dans les courbes de la quantité dont la voie ellemême aura été élargie.

§ 43. La rainure doit être établie de manière que les animaux de trait, qui traversent la voie, ne puissent y être pris par les pieds.

§ 44. Les routes transversales seront en palier des deux

côtés du chemin de fer sur une longueur telle que les véhicules soient complétement horizontaux avant que les animaux de trait atteignent les rails.

§ 45. Le pavé des passages à niveau doit être horizontal et sans bombement entre les rails.

Contre-rails.

§ 46. Sauf dans les traverses, aux excentriques et dans les stations, on ne doit pas employer de contre-rails.

Bornes milliaires.

§ 47. La route doit être munie de bornes milliaires. Chaque mille doit être divisé en 100 parties.

Poteaux de pente.

§ 48. Chaque changement de pente de la route doit être indiqué par un poteau sur lequel la longueur de la pente est inscrite.

B. Établissement des stations.

Stations de raccordement.

§ 49. Quand deux chemins de fer, appartenant à des compagnies différentes, se rencontrent à leurs points extrêmes, si l'établissement d'une station commune n'est pas possible, les stations doivent être établies immédiatement à côté l'une de l'autre et au même niveau.

Entre ces deux stations, surtout entre les stations à marchandises, on établira des communications commodes par rails.

§ 50. Aux points de jonction des embranchements avec la ligne principale, une station commune est indispensable. Cette station doit être disposée en général de manière que le bâtiment des recettes se trouve entre les deux chemins et

que les quais, qui se trouvent des deux côtés, soient en communication directe.

La couverture des quais, ou la construction de halles, est particulièrement recommandée.

Stations extrêmes.

§ 51. Pour les stations communes aussi bien que pour les stations d'embranchement de la même compagnie, on doit éviter autant que possible les rebroussements.

Stations intermédiaires.

§ 52. Les stations intermédiaires doivent remplir trois conditions.

a. Les convois allant en sens opposés doivent pouvoir s'éviter en toute sécurité.

b. Les convois qui ne font point arrêt doivent pouvoir traverser sans danger la station avec une vitesse de 20 pieds (6^m,095) par seconde.

c. Les convois ne doivent pas passer, sans nécessité, sur des courbes d'évitement.

Ces conditions ne doivent être complétement remplies que pour les lignes à double voie.

Sur les lignes à simple voie, on ne fait passer les trains sur les courbes d'évitement que dans le cas de croisement de deux trains, et alors un seul train quitte la voie principale. Les stations intermédiaires doivent donc être disposées comme si le chemin était à double voie.

§ 53. Chaque station intermédiaire aura, outre les deux voies principales, au moins une troisième voie d'évitement et l'espace nécessaire pour en établir une quatrième.

Écoulement des eaux.

§ 54. L'asséchement complet des paliers des stations ne peut être obtenu que par des canaux souterrains. On doit établir un système de drainage et des fossés profonds en dehors des voies.

Clôtures.

§ 55. Les stations doivent être clôturées et les quais séparés de la rue, pour empêcher le public d'approcher des voitures.

Passage sur les voies des stations.

§ 56. Le passage des voyageurs sur les voies des stations peut être permis lorsque les convois sont arrêtés.

Séparation des bâtiments.

§ 57. Dans les grandes stations, les bâtiments consacrés aux voyageurs doivent être séparés de ceux qui sont destinés aux marchandises. Les uns et les autres auront leur entrée et leur sortie séparées. Néanmoins la disposition des bâtiments sera telle que la surveillance de l'ensemble soit facile et que l'organisation des convois mixtes puisse se faire sans grande dépense de temps et de force.

Il est désirable qu'il soit pris des dispositions de nature à faciliter l'expédition et le transport des bagages des voyageurs.

Distance des voies.

§ 58. La moindre distance d'axe en axe des voies dans les gares est de 14 pieds (4^{m},267). A la rigueur cependant on peut admettre un espacement de 12 pieds (3^{m},657).

Évitements.

§ 59. Là, où de forts grands trains se croisent, il peut y avoir aussi des voies d'évitement en dehors des stations.

§ 60. Les évitements, sur toutes les voies où des trains entiers circulent, doivent avoir des rayons d'au moins 600 pieds (183 mètres). Il est désirable qu'en dehors des stations les évitements pour convois de passage soient établis avec des rayons de 1,000 pieds (305 mètres) au moins.

§ 61. La surélévation du rail extérieur est inutile dans les

voies d'évitement, mais l'élargissement de la voie peut être porté jusqu'à un pouce (0m,025) dans ces voies.

§ 62. Pour les évitements parcourus par les convois complets, les changements de voie appelés *automoteurs* sont préférables. Ils doivent pouvoir être soumis à une surveillance spéciale.

§ 63. Les changements de voie avec aiguilles mobiles sont considérés comme les meilleurs. Les extrémités des aiguilles doivent pouvoir s'écarter au moins de 4 pouces (0m,101), et elles doivent être établies de manière que le côté intérieur du rebord de la roue ne puisse jamais les toucher.

§ 64. Les taquets d'arrêt ne conviennent pas pour les changements automoteurs. Les contrepoids doivent pouvoir tourner dans les deux sens. Les contre-rails doivent offrir une entrée facile et allongée.

§ 65. Les évitements à rails mobiles, au lieu d'aiguilles, ne peuvent être employés sur les voies d'évitement destinées au passage de trains entiers.

§ 66. On doit éviter l'emploi des changements à trois voies.

§ 67. Les évitements à attaquer par la pointe doivent être évités le plus possible.

Plates-formes tournantes et roulantes

§ 68. Dans toutes les stations à locomotives, il faut au moins une plate-forme tournante, qui doit avoir des dimensions telles qu'une locomotive et son tender puissent y tourner ensemble, c'est-à-dire, au moins 38 pieds (11m,582).

§ 69. Les longerons pour plate-forme à locomotives doivent être en fer forgé.

§ 70. L'établissement de segments tournants (dreh-curving) doit être évité.

§ 71. Les plaques roulantes pour locomotives doivent être construites en fer forgé.

Les plaques roulantes en bois peuvent être tolérées pour les wagons.

La profondeur des fosses des plaques roulantes ne peut dépasser 18 pouces (0m,455).

§ 72. Sur les voies principales, les plaques tournantes ou roulantes ne peuvent être tolérées.

Quais.

§ 73. On ne doit pas construire de quais élevés.

§ 74. Pour permettre le graissage des essieux, la hauteur des quais ne doit pas dépasser 18 pouces (0m,455).

§ 75. Si les marchepieds des wagons sont convenablement établis, on peut supprimer les quais dans les petites stations et les haltes.

Lieux d'aisance.

§ 76. Dans les stations, il doit être établi, près des quais, des lieux d'aisance et pissoirs faciles à reconnaître et nettoyés avec soin.

Halles pour les stations de voyageurs.

§ 77. Pour l'arrivée et le départ des convois de voyageurs, le meilleur système est celui des halles couvertes.

Ces halles doivent renfermer au moins trois voies, et il est préférable d'en mettre quatre ou cinq, afin que l'on puisse y placer des voitures de réserve ou des convois extraordinaires.

Bâtiments d'entrée.

§ 78. Les bâtiments d'entrée doivent comprendre un vestibule spacieux, qui puisse être fermé du côté de la rue. Ce vestibule doit être en communication avec les bureaux des billets, des bagages et de la poste, ainsi qu'avec au moins deux salles d'attente et le restaurant. Les bâtiments d'entrée doivent renfermer de plus un bureau pour le chef de station, un bureau pour le télégraphe et une salle pour les gardes.

Les salles d'attente et le bureau des bagages doivent être en communication directe avec la halle aux voitures.

Dans le bâtiment même, ou en rapport direct avec lui, doivent être établis des lieux d'aisance.

§ 79. Les quais ou trottoirs, dans les halles et devant les bâtiments des stations, doivent avoir au moins 18 pieds, (5m,486) de largeur. S'il s'y trouve des colonnes, elles doivent être distantes d'au moins 9 pieds 5 pouces (2m,87) du milieu de la voie la plus proche.

Du côté de l'arrivée des trains, doit se trouver un bureau pour les bagages et, s'il en est besoin, un bureau pour la douane. De ce côté aussi des lieux d'aisance couverts sont nécessaires.

§ 80. Après la couverture des halles, la meilleure disposition est celle qui consiste à abriter les quais ou trottoirs par des marquises.

Noms des stations.

§ 81. Le nom des stations doit être indiqué en grandes lettres dans un endroit où il puisse être facilement aperçu. Il est utile d'indiquer aussi dans les stations les distances des stations principales voisines.

Horloges.

§ 82. Dans les grandes stations il doit y avoir une horloge visible des abords et des convois qui y font arrêt.

Pompe à incendie.

§ 83. Dans chaque station on doit avoir un local pour abriter une pompe à incendie.

Réservoirs d'eau.

§ 84. Dans chaque station, où il n'y a qu'un réservoir d'eau, il convient d'établir, pour les cas exceptionnels, un puits, une citerne ou une conduite d'eau.

§ 85. Les tuyaux qui mènent l'eau des réservoirs à la

grue hydraulique doivent avoir au moins 6 pouces (0^m,15) de diamètre.

§ 86. Il faut que les tuyaux d'écoulement puissent être entièrement vidés.

Fosses à piquer le feu.

§ 87. Les fosses à piquer le feu doivent être placées dans les voies principales de manière que la grille puisse être nettoyée pendant que la machine fait son eau et charge son combustible.

Rampes d'embarquement des voitures et bestiaux.

§ 88. Les rampes à équipages et bestiaux doivent être placées près d'une voie d'évitement, et leur inclinaison doit être d'au moins $^1/_{12}$. Elles doivent être disposées de manière que les wagons puissent être chargés par les extrémités ou par le côté.

Remises à locomotives.

§ 89. Chaque locomotive doit avoir une place suffisante dans la remise, pour que l'on puisse y travailler facilement de tous les côtés. Il est nécessaire qu'il y ait beaucoup de jour dans les remises aux locomotives, et l'on y pratiquera de grandes fenêtres descendant presque jusqu'au niveau du sol.

Les fosses auront des profondeurs de 2 $^1/_2$ à 3 $^1/_4$ pieds, (0^m,68 à 0^m,94), elles seront pourvues d'escaliers à leurs extrémités. Des conduits souterrains permettront l'écoulement de l'eau.

§ 90. Pour chaque couple de locomotives, il faut une porte de sortie d'au moins 15 pieds 9 pouces (4^m 80) de haut et 11 pieds ($3,^m35$) de large.

§ 91. Devant les portes de sortie des locomotives, il doit être établi des fosses bien sèches pour jeter le feu.

§ 92. Dans les remises aux locomotives, il faut des tuyaux de conduite qui puissent être mis en communication avec

chaque locomotive au moyen d'ajutages. Un réservoir, dans lequel l'eau puisse être chauffée, doit être établi à une hauteur d'environ 17 pieds (5m,18) au-dessus du sol et mis en communication avec les tuyaux de remplissage des locomotives. Il convient également d'établir des grues hydrauliques dans l'intérieur de la remise, ou à l'extérieur entre deux portes.

§ 93. Les parties en bois de la charpente dans les remises, doivent être à 19 pieds (5m,80), au moins au dessus des rails.

§ 94. On doit établir des cheminées, des soupiraux, ou des fenêtres mobiles dans la toiture, pour permettre à la fumée de s'échapper.

§ 95. Si la remise aux locomotives n'est pas près d'un atelier de réparation, on doit y joindre une forge, un atelier de serrurerie, un magasin pour le fer, l'huile, les outils de nettoyage et autres, et enfin une salle pour les chauffeurs.

Remises des voitures à voyageurs.

§ 96. Les remises des voitures à voyageurs doivent être disposées de manière que l'organisation d'un train puisse se faire aisément et promptement, avec les voitures qui s'y trouvent, sans l'emploi de locomotives et sans qu'on soit forcé de manœuvrer les wagons en sens contraires et de les faire passer par plusieurs excentriques.

§ 97. La distance des voies dans les remises ne doit pas être de moins de 14 $^1/_2$ pieds (4m,42).

§ 98. Les dimensions *minima* des portes seront en largeur de 11 pieds (3m,35) et en hauteur de 15 pieds 9 pouces (4m,80).

Halles des marchandises.

§ 99. La forme qui convient le mieux aux halles à marchandises, est celle d'un bâtiment long, avec plancher établi à la hauteur du fond des wagons et des portes de charge-

ment des denx côtés longitudinaux. La toiture doit être prolongée des deux côtés du bâtiment de manière à abriter les voitures. La voie ferrée doit être placée d'un côté de la halle et la voie charretière de l'autre.

§ 100. Il est nécessaire qu'il y ait une grue pour les fortes charges. Il faut également des grues de chargement à quelques-unes des portes des hangars à marchandises. Des grues en fer locomobiles sur roues sont également à recommander.

Gabarit de chargement.

§ 101. Près de la halle aux marchandises, ou des bureaux des bagages, on placera un gabarit indiquant les dimensions maxima admissibles pour les wagons chargés.

Ponts à bascule.

§ 102. Dans les stations principales ou extrêmes, on placera un pont à bascule, sur lequel on puisse peser toutes les voitures ou wagons qui circulent sur le chemin de fer.

Ateliers de réparations.

§ 103. Les ateliers principaux de réparations doivent être construits sur des dimensions telles qu'au moins les réparations ordinaires des machines et wagons puissent s'y faire promptement. Il faut prévoir, dès l'origine, l'éventualité d'un agrandissement notable de quelques-unes des parties de l'atelier.

Il est nécessaire de prendre des dispositions qui permettent de placer et de retirer facilement des roues motrices avec leurs essieux, et de mesurer exactement la charge de chaque roue.

C. Locomotives.

Position des cylindres.

§ 104. Les locomotives à cylindres extérieurs horizontaux et les essieux droits sont les plus avantageux dans l'état actuel des constructions.

Écartement des roues.

§ 105. Dans les machines à essieux fixes, il convient de donner le plus grand écartement possible aux roues. Les *maxima* admissibles sont :

Pour les rayons de	1000 pieds	(305^m),	11 pieds	($3^m.35$)
»	1500 »	(457^m),	13 »	($3^m,96$)
»	2000 »	(610^m),	15 »	($4^m,57$)

Essieux fixes.

§ 106. Les locomotives à essieux fixes sont les plus avantageuses. Toutes les roues doivent avoir des rebords.

Châssis mobiles.

§ 107. Quand il y a sur la ligne des courbes de moins de 800 pieds (244^m), l'emploi de châssis mobiles est fort à recommander ; dans ce cas aussi toutes les roues doivent avoir des rebords.

Répartition du poids.

§ 108. Avec les matériaux actuellement en usage on recommande de ne pas faire porter à un essieu une charge supérieure à 360 quintaux (péagiers) (13,000 kilog.) y compris le poids de l'essieu.

§ 109. L'essieu d'avant doit être convenablement chargé. Cette charge atteindra au moins un tiers du poids de la machine pour les locomotives à 6 roues des convois de voyageurs. Quand les roues postérieures de la locomotive ne sont pas motrices, l'essieu de ces roues doit porter au moins 1/5 du poids total. Dans les locomotives à roues couplées, l'essieu du milieu ne doit jamais recevoir de charge supérieure à celle des essieux extrêmes ; il convient au contraire de répartir uniformément la charge sur chacune des roues motrices.

§ 110. On recommande pour les locomotives un système

de suspension qui, par l'emploi de balanciers et de ressorts transversaux, partage la charge en trois points.

Roues.

§ 111. Les roues des locomotives doivent, sauf le moyeu, être faites du meilleur fer forgé. Des moyeux forgés avec soin sont également recommandables. On évitera d'employer des roues dont le rebord extérieur ne fait pas corps avec la roue même. Dans le cas où des roues semblables seraient encore en usage, on doit leur donner un rebord spécial de 1 1/4 pouce (0^m,031) d'épaisseur et 4 1/2 pouces (0^m,113) de largeur.

§ 112. Le jeu pour les rebords, mesuré à l'essieu et suivant son déplacement total, ne peut être de moins de 3/8 de pouce (0^m,009) et, à la dernière limite d'usure, il ne peut dépasser 1 pouce (0^m,025). Pour les roues moyennes des locomotives à 6 roues, on peut tolérer un jeu *maximum* de 1 1/2 pouce (0^m,037), également réparti sur les deux côtés.

§ 113. La distance entre les deux bandages des roues doit être, à l'état normal, de 4 pieds 5 1/2 pouces (1^m,358). Une différence en plus ou en moins de 1/8 de pouce (0^m,003) est admissible.

§ 114. La hauteur des rebords des roues, mesurée à partir du côté supérieur des rails, ne peut être de plus de 1 1/4 pouce (0^m,031) ou de moins de 1 pouce (0^m,025).

§ 115. La largeur des bandages ne peut être inférieure à 4 1/4 pouces (0^m,133), ni dépasser 6 pouces (0^m,152).

Dimensions des roues.

§ 116. Les locomotives pour marchandises, marchant avec une vitesse de 3 milles allemands (22,596 mètres) à l'heure, reçoivent des roues couplées d'au moins 4 pieds (1^m.22) de diamètre.

§ 117. Les locomotives pour convois de voyageurs et convois mixtes, faisant de 5 1/3 à 6 milles (40,166 à 45,192

mètres) à l'heure, reçoivent des roues motrices d'au moins 5 pieds (1^m,523) de diamètre.

§ 118. Les locomotives pour trains de vitesse, qui font au moins 8 milles (60,256 mètres) à l'heure, reçoivent des roues motrices d'au moins 6 pieds (1^m,83) de diamètre.

Les roues de support des locomotives ne doivent pas avoir moins de 3 pieds (0^m,914) de diamètre.

Chaudières.

§ 119. D'après l'expérience acquise jusqu'à présent, à surface égale de chauffe, il est indifférent, quant à la quantité de combustible que l'on consomme, qu'on emploie des chaudières longues ou courtes. Les différences de consommation, à égalité de force, sont insignifiantes et sont à l'avantage tantôt de l'un et tantôt de l'autre système de chaudières. De semblables différences se présentent aussi pour des locomotives de construction identique et ont leur source aussi bien dans l'état de la machine que dans les soins du machiniste.

§ 120. La chaudière des locomotives doit être placée aussi bas que possible. La tension de vapeur la plus favorable dans les chaudières est de 6 1/2 à 8 atmosphères de pression effective. Les parois des chaudières ne doivent pas perdre leurs formes, d'une manière permanente, dans une épreuve à l'eau allant jusqu'à 1 1/2 fois la pression du travail régulier.

§ 121. L'épreuve d'une chaudière ne doit se faire que quand la chaudière est dégarnie de son enveloppe; elle doit être répétée après que la chaudière a parcouru les premiers dix mille milles (75,320,000 mètres). Plus tard les épreuves seront renouvelées chaque fois qu'une grande réparation aura été faite à la chaudière, ou après que la locomotive aura parcouru huit mille milles (60,256,000 mètres), ou, en tout cas, au moins une fois dans l'espace de 3 ans.

§ 122. Quand une partie quelconque de la chaudière ne

reprendra pas sa forme primitive après l'épreuve, la chaudière sera mise hors de service.

§ 123. A chaque épreuve de la chaudière il convient de vérifier la charge des soupapes de sûreté.

Soupapes de sûreté.

§ 124. Chaque locomotive doit être pourvue d'au moins deux soupapes de sûreté.

§ 125. Les soupapes de sûreté doivent être chargées par des balances à ressort fixées aux leviers. Les balances à ressort indiqueront la pression en kilogrammes par centimètre carré et seront disposées de manière à permettre aux soupapes un jeu de 1/8 de pouce (0m,003). L'emploi de soupapes de sûreté à charge libre est permis.

Détente.

§ 126. Les locomotives seront à détente variable.

Manomètre.

§ 127. Pour permettre d'observer pendant la marche les changements de tension de la vapeur dans les chaudières, chaque locomotive sera pourvue d'un manomètre aussi parfait que possible.

Niveau d'eau.

§ 128. Les chaudières doivent avoir un tube indicateur de niveau d'eau, en verre, et en outre trois robinets d'essai, dont le plus bas doit se trouver à 4 pouces (0,m10) au-dessus de la partie la plus élevée de la boîte à feu.

Pompe à vapeur.

§ 129. A la chaudière doit être jointe une pompe à vapeur de dimensions suffisantes.

Tubes pour chauffer.

§ 130. Chaque locomotive aura deux tuyaux de chauffage

en communication avec les tuyaux d'aspiration des pompes alimentaires.

Sifflet.

§ 131. Chaque locomotive doit avoir un puissant sifflet à vapeur.

Cendrier.

§ 132. Sous la grille doit se trouver un cendrier, dont la partie de devant, et au besoin celle de derrière, sera munie d'une porte que le mécanicien puisse ouvrir et fermer à volonté. Le fond du cendrier doit être à au moins 5 pouces (0^m,127) au-dessus des rails.

Grilles des cheminées.

§ 133. Suivant la nature du combustible, les cheminées des locomotives doivent être, ou complétement libres, ou garnies d'un appareil empêchant les flammèches de s'échapper.

Pour les combustibles tels que le bois, la tourbe, les lignites, l'appareil de Klein est particulièrement recommandable.

Attelages.

§ 134. La partie antérieure du châssis de la locomotive doit être armée de deux buttoirs élastiques, entre lesquels se trouvera un fort crochet de traction. Ces pièces seront conformes aux dimensions prescrites pour les pièces analogues des voitures.

§ 135. Pour attacher la locomotive au tender, il faut une forte barre d'attache fixée dans la plate-forme de la machine, et deux chaînes de sûreté qui ne doivent servir que dans le cas où la principale attache viendrait à manquer.

Chasse-pierres.

§ 136. Au devant de la locomotive on doit fixer de forts chasse-pierres, placés directement au dessus des rails et à

une distance de 2 à 2 1/2 pouces (0^{m},05 à 0^{m},063) de la surface de ces rails.

Lanternes.

§ 137. Le devant de chaque locomotive doit être pourvu de deux crochets servant à attacher au moins deux lanternes.

Largeur des locomotives.

§ 138. La largeur d'une locomotive ne peut dépasser nulle part 10 pieds (3^{m},047).

Hauteur de la cheminée.

§ 139. La cheminée ne doit pas avoir plus de 15 pieds (4^{m},571) de hauteur au-dessus du bord supérieur des rails.

Tenders.

§ 140. Les tenders à 6 roues sont préférables à ceux à 4 roues. Le réservoir d'eau doit être attaché assez solidement au châssis pour que les chocs violents ne puissent les séparer.

§ 141. L'écartement des roues du tender sera celui indiqué pour les roues des locomotives, § 105. L'égale répartition de la charge sur les essieux est recommandée.

§ 142. Les roues ne peuvent pas avoir moins de 3 pieds (0^{m},914) de diamètre et elles doivent être munies de bourrelets.

§ 143. Pour que les roues des tenders présentent une solidité suffisante, elles doivent être construites comme celles des locomotives.

§ 144. Les tenders doivent être munis de freins puissants.

§ 145. Les extrémités antérieures du tender seront garnies d'appareils élastiques, pressant contre le châssis de la machine et se serrant par l'attelage.

§ 146. La partie postérieure du tender doit être munie de

buttoirs élastiques en acier ou en caoutchouc et le crochet de traction doit avoir un tendeur à ressort.

§ 147. Les buttoirs et crochets de traction doivent avoir la position et les dimensions prescrites pour les wagons.

§ 148. La paroi intérieure du tender doit être pourvue de crochets pouvant recevoir les lanternes de la locomotive.

§ 149. La plus grande largeur du tender ne doit pas dépasser 9 pieds (2^m,743), et la plus grande hauteur du réservoir d'eau 8 pieds (2^m,438) au-dessus des rails.

Vis et boulons.

§ 150. Pour toutes les vis des locomotives, tenders et wagons, on doit employer le système *Whitworth.*

Usure des bandages.

§ 151. La moindre épaisseur admise pour les bandages des roues est, pour les locomotives et les tenders, de 7/8 pouce (0^m,021). Cette épaisseur est mesurée à l'endroit où le bandage vient toucher le rail.

D. Wagons.

Écartement des roues.

§ 152. On recommande pour toutes les voitures de donner le plus fort écartement aux roues, eu égard aux rayons des courbes de la voie.

Pour les wagons à 4 roues, le *maximum* qui paraît convenir, avec des essieux fixes, est :

Pr les courbes de	1,000 p.	(305^m) de rayon,	12 p.	(3^m,657)
»	1,500 »	(457^m)	»	15 »	(4^m,571)
»	2,000 »	(610^m)	»	18 »	(5^m,486)

Si les wagons sont construits de manière que l'essieu du milieu, ou un essieu extrême, soit mobile dans un plan horizontal, la distance entre les roues peut être augmentée d'un tiers.

§ 153. Les deux roues d'un même essieu doivent se trouver, l'une par rapport à l'autre, dans une position invariable.

§ 154. Les bandages des roues doivent avoir une forme conique d'au moins 1/20 d'inclinaison.

§ 155. Les bandages des roues doivent avoir au moins 5 et au plus 6 pouces de largeur (0^m,127 à 0^m,152).

§ 156. L'épaisseur *minima* admissible pour les bandages des roues des voitures est de 3/4 pouce (0^m,018), à l'endroit où le milieu du bandage touche le rail.

Roues.

§ 157. Le jeu des rebords, mesuré sur le déplacement total de l'essieu, ne peut, de même que pour les locomotives (§ 112), être moindre que 3/8 de pouce (0^m,009), et, après la plus forte usure, il ne peut dépasser 1 pouce (0^m,025).

§ 158. La distance entre deux roues doit être, dans l'état normal, de 4 pieds 5 1/2 pouces (1^m,358) ; une différence, en plus ou en moins, de 1/8 pouce (0^m,003), est permise.

§ 159. La hauteur des bourrelets, mesurée à partir de la surface supérieure des rails, ne peut dépasser 1 1/4 pouce (0^m,031).

§ 160. On ne tolérera plus les roues dont les bourrelets ne font pas corps avec les bandages.

Construction des roues.

§ 161. On emploie aujourd'hui de préférence des roues forgées ayant la jante et les raies formées des mêmes pièces en fer forgé, ou des roues avec disques en tôle. Les moyeux dans les deux systèmes sont forgés ou en fonte. L'expérience n'a pas encore prononcé en faveur de l'un ou de l'autre système. Dans tous les cas on a reconnu qu'il est bon de faire les moyeux relativement longs.

§ 162. Quant aux roues en fonte, l'expérience est encore insuffisante pour que l'on puisse les recommander ou les rejeter d'une manière absolue.

Grandeur des roues.

§ 163. Le diamètre des roues des wagons doit être d'au moins 3 pieds ($0^m,914$).

Force des essieux.

§ 164. Il est reconnu nécessaire d'augmenter la force des essieux employés jusqu'aujourd'hui pour les wagons et de les mettre mieux en rapport avec la charge brute.

Pour les essieux en fer de première qualité, on peut admettre comme diamètre *minimum* au moyeu :

Pr	75 qx.	($3,750^k$)	de chge brute par essieu,	4 p.	($0^m,101$)
»	100 »	($5,000^k$)	»	4 $^1/_2$	($0^m,113$)
»	130 »	($6,500^k$)	»	5	($0^m,127$)

Pour les voitures à voyageurs, il faut toujours employer des essieux de 4 1/2 pouces ($0^m,113$) au moins.

§ 165. Quant à la mesure de la force nécessaire pour les essieux en acier et pour les essieux creux, on n'a pas encore d'expériences suffisantes pour pouvoir porter un jugement sûr.

Longueur des essieux.

§ 166. La meilleure longueur des essieux, mesurée du milieu d'une fusée au milieu de l'autre, varie entre 6 pieds 5 pouces et 6 pieds 6 1/2 pouces ($1^m,955$ et $1^m,992$).

§ 167. Les diamètres des fusées varient en raison de la charge brute et sont en relation avec les dimensions indiquées (§ 164) pour les essieux. On peut admettre comme *minima* pour une charge brute de :

75 quintaux	par essieu,	2 $^1/_2$	pouces	($0^m,065$)
100 »	»	3	»	($0^m,076$)
130 »	»	3 $^1/_4$	»	($0^m,082$)

Lorsque, par l'usure, le diamètre des fusées sera descendu au-dessous de ces limites, on mettra l'essieu hors d'usage pour la charge correspondante.

On recommande les essieux à longues fusées. La longueur des fusées ne doit pas être moindre que 5 pouces (0^m,127), ni supérieure à 8 pouces (0^m,203).

Ressorts.

§ 168. Pour ressorts des voitures de chemins de fer, on peut se servir indifféremment d'acier ou de caoutchouc. Les ressorts de suspension sont formés de lames en acier fondu de 1/2 pouce (0^m,013) d'épaisseur *maxima*.

Pour voitures à voyageurs, on recommande, comme les meilleurs, les ressorts de 5 pieds (1^m,523) de longueur au plus, et pour les voitures à marchandises, des ressorts de 3 1/2 pieds (1^m,07) au plus.

Nous appelons aussi l'attention sur l'efficacité de l'emploi de balanciers entre les ressorts.

Le jeu des ressorts, par le déchargement du wagon, doit être de 2 pouces (0^m,05) au moins et de 4 pouces (0^m,101) au plus. Les ressorts, qui agissent directement et sans intermédiaire sur les longrines des wagons, ne sont pas à recommander.

Freins.

§ 169. Les freins que l'on doit considérer comme les meilleurs sont les freins à vis dont les chapeaux pressent en même temps horizontalement sur les quatre côtés des deux roues d'un même essieu.

§ 170. La composition des léviers d'un frein sera combinée de manière à permettre d'arrêter complétement les roues d'un wagon chargé.

§ 171. Les manivelles des freins, lorsqu'on les serre, doivent être tournées toujours dans le même sens, c'est-à-dire de droite à gauche.

§ 172. Les parties les plus basses des freins doivent toujours rester à 5 pouces (0^m,127), au moins, au-dessus de la surface supérieure des rails.

Graissage.

§ 173. On considère comme très-désirable l'introduction complète du graissage à l'huile liquide.

Châssis.

§ 174. Les châssis de toutes les voitures recevront des croix de St.-André, assez fortes pour que le châssis ne puisse être déformé sans un très-puissant effort.

§ 175. Les deux traverses extrêmes des châssis porteront des appareils de choc et de traction avec ressorts en acier, ou en caoutchouc.

§ 176. Indépendamment des appareils de traction, tous les wagons porteront des chaînes de sûreté attachées aux traverses extrêmes.

Buttoirs.

§ 177. La hauteur normale du centre des buttoirs au-dessus des rails est fixée à 3 pieds 5 pouces (1^m,041).

Pour les voitures vides, il est accordé un jeu de 1 pouce (0^m,025) au-dessus de cette hauteur, et pour les wagons chargés, de 4 pouces (0^m,101) au-dessous.

§ 178. La distance horizontale de centre à centre des buttoirs doit être de 5 pieds 9 pouces (1^m,751).

§ 179. La surface de contact des buttoirs complétement serrés doit se trouver au moins à 14 1/2 pouces (0^m,368) de la traverse extrême. La surface de pression de l'un des buttoirs sera toujours plane, tandis que celle de l'autre sera bombée, et ce, de manière que, vu du wagon, le buttoir gauche soit plan et le buttoir droit soit bombé.

§ 180. Le diamètre des disques des buttoirs doit être d'au moins 14 pouces (0^m,355) et le bombement sera d'au moins 1 pouce (0^m,025), au centre du disque bombé.

§ 181. Pour les chemins de fer dont les courbes sont à petits rayons, on recommande les buttoirs à balancier.

§ 182. La surface d'attache du crochet de traction, non tendu, doit être de 14 1/2 pouces (0^m,368) en arrière du plan normal des tampons.

Une différence, en plus ou en moins, de 1/2 pouce (0^m,013), est admissible.

Chaînes de sûreté.

§ 183. La distance horizontale des chaînes de sûreté doit être de 3 pieds 6 pouces (1^m,067).

Chaînes de sûreté, tige d'attelage et buttoirs, doivent se trouver sur la même ligne horizontale.

§ 184. La longueur des chaînes de sûreté doit être telle que, tendues horizontalement, le point de contact de leurs crochets dépasse d'au moins 12 pouces (0^m,304) la surface normale des buttoirs. Ces chaînes doivent être attachées de manière que, pendantes à des wagons chargés, elles restent encore à 2 pouces (0^m,05) au-dessus de la surface supérieure des rails.

Il est recommandé de placer des disques en caoutchouc, derrière le point d'attache des chaînes de sûreté.

Attelage.

§ 185. L'attelage pour voitures à voyageurs, voitures de poste et wagons à bagages, a toujours lieu au moyen d'un système à vis. Pour les wagons à marchandises, l'attelage à vis est également préférable.

Dans tous les cas, chaque wagon portera à chaque extrémité un tendeur solidement attaché.

§ 186. Tout système d'attelage ayant pour effet de permettre aux wagons de se détacher tout seuls, ou pendant la marche, doit être interdit.

Largeur des voitures.

§ 187. La plus grande largeur des voitures à voyageurs, doit être de 8 pieds 7 pouces (2^m,616) pour la caisse, et de

10 pieds (3^m,047) pour les marchepieds et toutes les parties saillantes.

Les wagons à marchandises, y compris les portes à coulisse et les marchepieds, ne peuvent avoir plus de 9 pieds (2^m,74) de largeur.

Hauteur des voitures.

§ 188. Les parties les plus hautes des voitures ne doivent pas s'élever à plus de 12 pieds 4 pouces (3^m,759) au-dessus des rails.

Les siéges couverts, fixés aux voitures et destinés aux gardes, ne pouvent avoir plus de 15 pieds (4^m,571) de hauteur dans leurs parties les plus élevées, et leur marchepied ne peut être à plus de 9 pieds 4 pouces (2^m,844) au-dessus des rails.

§ 189. La hauteur des caisses des voitures à voyageurs doit être d'au moins 6 pieds 4 pouces (1^m,929). Pour les wagons à marchandises déchargés, la hauteur moyenne du plancher doit être d'environ 4 pieds (1^m,22) au-dessus des rails.

Wagons à huit roues.

§ 190. Pour les wagons à huit roues, posés sur deux châssis inférieurs mobiles, on doit faire en sorte que ceux-ci ne puissent décrire autour de leurs pivots, des arcs plus grands que ceux qui sont nécessaires pour les plus petits rayons des courbes de la voie.

E. Signaux.

Télégraphie électro-magnétique.

§ 191. Chaque chemin de fer, qu'il soit à simple ou à double voie, doit avoir un télégraphe électro-magnétique pour la correspondance entre les stations.

On recommande l'établissement de sonneries électriques dans les stations et dans les maisonnettes des gardes.

§ 192. Il est désirable que l'on établisse aussi des appareils qui permettent de correspondre entre les stations et les points intermédiaires de la route.

Signaux optiques et acoustiques.

§ 193. Indépendamment des télégraphes électro-magnétiques, on doit conserver les signaux optiques et acoustiques.

§ 194. Les signaux nécessaires sont :

1° Signaux de la route.

2° Signaux entre le personnel de la route et celui du train.

3° Signaux du personnel du train.

§ 195. Sur la route, les signaux suivants doivent pouvoir être donnés :

1° *Le train est parti de la station.*

2° *Une machine de secours est demandée.*

3° *Le train doit ralentir sa marche.*

4° *Le train doit s'arrêter.*

§ 196. Le mécanicien doit pouvoir reconnaître la position d'un excentrique, à une distance de 500 pieds (152 mètres) au moins, quand il se dirige sur la pointe d'un changement de voie.

Le signal indiquant la position de l'excentrique doit être mis en mouvement par l'aiguille même du changement de voie et il est désirable que les mêmes couleurs aient les mêmes significations la nuit et le jour.

§ 197. La position des tuyaux d'écoulement des grues hydrauliques doit pouvoir être rendue visible pendant la nuit.

§ 198. Du train, les signaux suivants doivent pouvoir être donnés :

1° *Le train est suivi d'un train spécial ou d'une locomotive.*

2° *Un train spécial ou une locomotive vient du côté opposé.*

§ 199. Le personnel du train doit pouvoir donner les signaux suivants :

Le mécanicien :

1° *Attention.*

2° *Serrez les freins.*

3° *Desserrez les freins.*

Le chef de train ou gardes-freins au mécanicien :

Attention.

Moyens de donner des signaux.

§ 200. Pour signaux optiques de nuit, on ne peut se servir que des couleurs blanches, rouges et vertes, et ce, à des distances telles que ces couleurs puissent être bien reconnues.

Il est recommandé de donner aux gardes routes, machinistes et chefs de train des signaux fulminants.

§ 201. Le mécanicien donne les signaux au moyen du sifflet à vapeur.

§ 202. Dans tous les trains, le chef du train et au moins un garde-frein, qui n'est pas placé à l'avant du train, doivent pouvoir correspondre avec le mécanicien au moyen d'une corde communiquant avec le sifflet à vapeur ou une cloche d'alarme. Dans les trains de voyageurs, cette corde s'étendra sur toutes les voitures. Il est désirable qu'il en soit de même pour les trains mixtes ou à marchandises.

§ 203. Quand un train spécial, ou une locomotive, est annoncé par un signal du train qui le précède, le chef de ce train doit encore annoncer cette circonstance verbalement, ou par écrit, aux chefs des stations dans lesquelles il fait arrêt.

§ 204. A l'arrière de tout train circulant dans l'obscurité, on doit placer une lanterne éclairant fortement en arrière. A l'avant de ce train on placera également une lanterne éclairant en avant et visible par le machiniste et le personnel du train.

§ 205. Avant qu'un train spécial quitte une station d'un chemin de fer à simple voie, il doit être annoncé par le télégraphe électro-magnétique à la prochaine station et la réponse de cette station doit être arrivée.

CHAPITRE II.

Mesures de sûreté.

A. État de la route.

Excentriques.

§ 1. On ne doit pas employer, sur les voies principales, des excentriques tels qu'une négligence dans la manœuvre puisse causer un déraillement des trains.

On doit prendre des dispositions qui permettent au machiniste de reconnaître à 1,000 pieds (305 mètres) de distance la position des ponts mobiles et des excentriques placés en dehors des stations. Les excentriques placés en dehors des stations doivent être fermés en l'absence du garde. Le signal qui indique la position des ponts tournants doit être mis en mouvement par le mécanisme même du pont.

Plates-formes tournantes et roulantes.

§ 2. Dans les voies principales les plates-formes tournantes et roulantes sont inadmissibles.

Contre-rails.

§ 3. Les contre-rails ne peuvent être tolérés qu'aux excentriques, aux passages à niveau et dans les stations.

Clôtures.

§ 4. Les clôtures doivent être établies partout où la sur-

veillance ordinaire ne suffit pas pour empêcher les hommes et les bestiaux de passer sur la voie.

§ 5. Les passages à niveau doivent être pourvus de barrières solides, facilement visibles à une distance de 12 pieds (3m,657) du centre de la voie. Il est indispensable d'établir des barrières entre le chemin de fer et les chemins parallèles placés au même niveau ou à un niveau supérieur.

On peut considérer comme barrière suffisante des fossés avec remblais.

Barrières en tréfil.

§ 6. Pour les chemins de fer peu fréquentés on peut employer des barrières en tréfil.

§ 7. Les gardes-routes ne peuvent pas s'éloigner de plus de 1,800 pieds (548m,62) de la barrière. Ils doivent pouvoir surveiller la barrière de l'endroit où ils sont placés.

§ 8. Il faut placer une cloche à chaque passage avec barrière en tréfil.

§ 9. Les traverses, défendues par des barrières en tréfil, doivent être éclairées pendant la nuit.

§ 10. Chaque barrière en tréfil doit pouvoir s'ouvrir et se fermer à la main.

Éclairage.

§ 11. Pendant la nuit, les traverses des chaussées et routes communales très-fréquentées doivent être éclairées. La lanterne portative du garde-barrière est suffisante pour cet éclairage.

Dans les stations, les quais et les abords seront éclairés une demi-heure avant et quelques instants après le départ des trains.

Zone de sûreté.

§ 12. Dans les traverses des forêts, afin d'empêcher que les arbres renversés viennent obstruer la voie, on supprimera les plantations sur une largeur variant de 70 à 48 pieds

(21^{m},35 à 14^{m},63), à compter de l'axe de la voie la plus proche, suivant que les forêts seront composées d'arbres résineux ou d'autres essences.

Dans les forêts d'arbres résineux, une bande de terrain doit être maintenue libre afin d'éviter les incendies. La largeur de cette bande sera déterminée suivant les localités.

Dégagement de la voie sur toute sa largeur.

§ 13. Tous les objets, matériaux, outils, terrassements, etc., élevés de plus de 1 pied (0^{m},304) au-dessus de la surface supérieure des rails, doivent être distants de 5 1/2 pieds (1^{m},675) au moins de l'axe de chaque voie.

Tous les objets plus élevés que 0^{m},304 doivent être éloignés de l'axe de 6 pieds 7 pouces (2^{m},00) au moins et installés de manière à n'être pas facilement déplacés.

Surveillance de la route.

§ 14. Les barrières des traverses doivent être fermées 3 minutes avant l'arrivée des trains. Des exceptions ne sont tolérées que dans le voisinage immédiat des stations.

Le passage des troupeaux est interdit 10 minutes avant l'arrivée des trains.

§ 15. Avant le passage du premier train du matin, la route doit être parcourue et visitée par le garde, qui doit s'assurer que la voie se trouve dans son état normal.

Pendant le jour, la route doit être visitée au moins trois fois, et pendant la nuit avant chaque train, si c'est possible. Pendant cette inspection, le garde doit faire particulièrement attention à l'état des excentriques.

Bornes milliaires.

§ 16. La route doit être munie de bornes milliaires. Chaque mille doit être divisé en 100 parties.

Poteaux de pente et de rampe.

§ 17. Chaque changement de pente sera marqué par un

poteau indiquant la rampe et la pente des deux côtés et la longueur des sections respectives.

Poteaux indicateurs d'arrêt.

§ 18. Entre les voies convergentes, il sera placé un poteau marquant la limite au delà de laquelle les wagons ne peuvent être poussés, sur chaque voie.

Signaux.

§ 19. Le signal d'aller lentement doit pouvoir être donné au machiniste à une distance de 1,000 pieds (305 mètres) de la station.

§ 20. On placera, aux maisonnettes des gardes, un signal qui puisse indiquer qu'un train arrive et de quel côté il vient.

§ 21. Il doit être pris des dispositions qui permettent d'annoncer aux gardes-routes l'arrivée d'un train, au moins 3 minutes d'avance.

§ 22. Il est désirable que des dispositions permettent de demander, par le télégraphe électrique et de chaque maisonnette de garde, une machine de secours à la station la plus voisine.

§ 23. Le nom de la station doit être indiqué en grands caractères et placé de façon à être visible des quais. Il est bon d'indiquer aussi les distances aux principales stations voisines.

Horloges des stations.

§ 24. Chaque station doit avoir une horloge réglée, en général, sur le temps moyen de la localité. Dans les grandes stations cette horloge doit être visible des quais et des trains et on doit l'éclairer pendant la nuit.

Signaux de contrôle.

§ 25. Les dispositions nécessaires seront prises pour que l'on puisse contrôler le service des gardes-routes et des veilleurs.

Mesure de charge.

§ 26. Dans chaque station on doit disposer de moyens propres à vérifier le poids et les dimensions des wagons char-

gés, afin qu'ils puissent circuler sans accident sur les ponts et sous les tunnels, et qu'ils n'aillent pas heurter les points fixes placés sur le côté de la voie.

B. État des moyens d'exploitation.

Épreuve des locomotives.

§ 27. Les locomotives ne peuvent être mises en service qu'après avoir subi avec succès les épreuves nécessaires.

La pression, reconnue admissible par les épreuves, doit être marquée sur la locomotive.

Dans chaque atelier de grosses réparations, on placera un manomètre à mercure, qui puisse être mis en communication par un petit tuyau avec la chambre de vapeur de la locomotive, et qui permette ainsi de vérifier les balances à ressort des soupapes de sûreté et les manomètres de la machine.

Épreuves des chaudières.

§ 28. Dans l'épreuve des locomotives neuves, dans la seconde épreuve après un premier parcours de 10,000 milles (75,320,000^m), après chaque grosse réparation, ou après chaque nouveau parcours de 8,000 milles (60,250,000^m), et, dans tous les cas, au moins une fois tous les trois ans, la chaudière à vapeur doit être éprouvée, après avoir été débarrassée de son enveloppe. Cette épreuve se fera à l'aide de la presse hydraulique et sera poussée jusqu'à 1 1/2 fois la pression effective admise pour la chaudière en service.

Les chaudières, qui subissent pendant l'épreuve des déformations permanentes, sont mises hors de service.

En même temps que l'on essaiera la chaudière, on fera une épreuve complète de toutes les parties de la machine, et les résultats de cette épreuve seront consignés dans un registre.

On comptera comme épreuve réglementaire, les grosses

réparations aux locomotives, pendant lesquelles le mécanisme aura été démonté et la chaudière essayée.

Soupapes de sûreté.

§ 29. Chaque locomotive doit être pourvue d'au moins deux soupapes de sûreté, dont l'une soit installée de manière que la charge n'en puisse être portée au delà du poids déterminé.

Niveau d'eau et indicateur de pression.

§ 30. Les appareils indiquant le niveau de l'eau et la pression de la vapeur dans les chaudières des locomotives doivent toujours être visibles de la place du mécanicien.

La charge des soupapes de sûreté doit être disposée de telle façon qu'un soulèvement de 1/8 pouces (0,003) soit possible.

Cendrier.

§ 31. La grille de chaque machine doit être pourvue d'un cendrier, dont la partie de devant, et au besoin celle de derrière, soit fermée par un clapet mobile. La cheminée doit être pourvue d'un appareil empêchant les étincelles de s'échapper. Ce n'est qu'à ce prix que l'on peut autoriser, le long de la voie, l'établissement de constructions qui ne soient pas incombustibles.

Pompes à eau.

§ 32. Chaque locomotive doit être pourvue d'une pompe foulante qui permette, pendant le stationnement des locomotives allumées, de maintenir le niveau d'eau des chaudières à la hauteur normale.

Chasse-pierres et sifflets à vapeur.

§ 33. Chaque locomotive doit être munie de chasse-pierres et d'un sifflet à vapeur facilement accessible au conducteur.

§ 34. Les roues sans rebords ne peuvent être tolérées.

Frein des tenders.

§ 35. Les tenders et les machines à tenders doivent être munies de puissants freins.

Bandages des roues.

§ 36. L'épaisseur du bandage en fer forgé des roues doit être au moins de 7/8 pouce (0^{m},021) pour les locomotives et les tenders et de 3/4 pouce (0^{m},018) pour les voitures.

Ressorts, buttoirs et crochets de traction.

§ 37. Tous les wagons des trains ordinaires doivent reposer sur des ressorts, et être munis, des deux côtés, de buttoirs élastiques et de crochets de traction élastiques.

Chaînes de sûreté.

§ 38. Des chaînes de sûreté doivent être placées aux deux côtés de tous les wagons. Elles doivent être fixées de manière que, librement suspendues aux wagons chargés, elles restent à 2 pouces (0^{m},05) au-dessus de la surface supérieure des rails.

Moyens de graissage.

§ 39. Tous les wagons doivent être munis d'appareils efficaces pour le graissage des essieux.

Freins.

§ 40. Dans chaque train, outre les freins des tenders, il doit être établi des freins puissants en nombre tel que, pour les diverses rampes, les paires de roues enrayées soient à celles du train dans les proportions suivantes :

RAMPES	TRAINS DE	
	VOYAGEURS.	MARCHANDISES.
1/500	1/8	1/12
1/300	1/6	1/10
1/200	1/5	1/8
1/100	1/4	1/7
1/60	1/3	1/5
1/40	1/2	1/4

Les trains mixes allant à la vitesse des trains de voyageurs seront traités comme eux.

Sera considéré comme frein puissant celui qui pourra enrayer les roues d'un wagon à pleine charge.

Fermeture des voitures à voyageurs.

§ 41. Les portes des voitures à voyageurs ne doivent pouvoir s'ouvrir que du dehors, quand elles se trouvent sur les côtés longitudinaux des voitures. Chacune de ces portes doit être munie d'une serrure double, dont une au moins à ressort.

Couverture des wagons à marchandises.

§ 42. Tout wagon à marchandises, chargé de matières inflammables, doit être muni d'une couverture préservatrice.

Éclairage des voitures à voyageurs.

§ 43. Les voitures à voyageurs doivent être convenablement éclairées pendant la nuit. Il en est de même pour les passages en tunnels qui demandent plus de 3 minutes. Toutes les voitures doivent être pourvues d'appareils propres à recevoir des lanternes à signaux.

Inspection des wagons.

§ 44. Tous les wagons doivent, après un parcours de 2,500 à 3,000 milles (18,830,000 mètres à 22,596,000 mètres), être soumis à une inspection périodique, pendant laquelle les essieux, planchers et ressorts seront démontés.

Désignation des voitures.

§ 45. Chaque voiture doit porter les indications suivantes :

a. Le chemin de fer auquel elle appartient.

b. Le numéro d'ordre sous lequel elle est inscrite dans les ateliers et les registres d'inspection.

c. Son poids propre, essieux et roues compris.

d. La charge qu'elle peut porter.

e. La date de sa dernière inspection.

Outils de secours.

§ 46. Dans chaque train doivent se trouver des outils qui permettent de remédier, dans la plupart des cas, aux accidents qui peuvent arriver pendant le trajet du convoi.

C. Service des convois.

Longueur des trains.

§ 47. Aucun train ne doit renfermer plus de 200 essieux.

Freins.

§ 48. Dans la formation des trains, les freins, dont le nombre est déterminé au § 40, sont disposés de manière que,

derrière les derniers freins, il n'y ait pas plus d'essieux qu'il n'est fixé pour un frein d'après la pente. Pour les pentes plus fortes que $\frac{1}{300}$ le dernier wagon doit avoir un frein.

Ordre des voitures.

§ 49. Entre la machine et la première voiture à voyageurs, on doit intercaler au moins une autre voiture.

Position des voitures.

§ 50. Les crochets de traction des voitures à voyageurs doivent être assez tendus pour que les buttoirs à ressorts des voitures en repos se touchent.

§ 51. Les wagons chasse-neiges ou wagons à verglas ne peuvent se trouver à l'avant des locomotives des trains ordinaires. Quand ces appareils sont nécessaires, ils sont mis en mouvement par une machine spéciale précédant le train à une distance convenable. Toutefois, des chasse-neiges fixés à la locomotive, mais qui ne constituent pas des wagons spéciaux, peuvent être employés à l'avant des trains.

Inspection des trains avant le départ.

§ 52. Avant qu'un train puisse quitter une station, il doit être soigneusement inspecté, principalement sous le rapport de l'attelage régulier des voitures, de la communication des gardes avec le sifflet à vapeur, de la bonne répartition de la charge sur les wagons, des signaux de marche et lanternes nécessaires, de la division réglementaire des freins, et de l'ordre dans lequel les voitures doivent être disposées.

Inspection des rails de croisement de voies.

§ 53. Avant le départ, comme avant l'arrivée d'un train, on doit examiner soigneusement, si les rails de croisement, que le train doit franchir, sont libres et si les excentriques sont bien placés.

Conditions à remplir pour le départ.

§ 54. Aucun convoi de voyageurs ne peut partir de la station avant l'heure fixée.

Aucun départ ne peut avoir lieu avant que toutes les portes des voitures aient été fermées et que le signal du départ ait été donné.

Quand plusieurs trains partent l'un après l'autre d'une station, dans une même direction, les convois de voyageurs ne peuvent partir que 10 minutes après les autres convois de voyageurs ou de marchandises, et les convois de marchandises que 5 minutes après ceux des voyageurs.

Les trains, qui ne sont pas suivis d'autres trains ordinaires, doivent l'indiquer par un signal. Si les trains se rapprochent à moins de 5 minutes ou à moins de 3,000 mètres d'intervalle, le garde-route doit le faire savoir et donner au convoi qui suit le signal de ralentir sa marche.

Les machinistes, les chefs de convoi et les gardes-routes doivent être pourvus de bonnes montres.

Vitesse.

§ 54. Le *maximum* de vitesse fixé pour chaque catégorie de trains ne peut être dépassé.

On doit ralentir la marche des trains :

a. Quand on a remarqué des hommes, des animaux, ou autres obstacles sur la voie.

b. Quand un autre train s'arrête sur une voie parallèle.

c. Quand le garde en donne le signal.

A l'entrée d'une station sur des voies principales ou secondaires, ainsi qu'en général au passage d'une voie sur une autre, on doit ralentir assez pour pouvoir arrêter le train sur une distance de 300 pieds (91^{m},50).

Manœuvre des trains.

§ 55. Il est défendu de pousser les trains, quand il ne se trouve pas une machine en tête.

Toutefois, il est permis de faire reculer un train, en cas de nécessité, ou dans les stations, pourvu que la vitesse ne dépasse pas 15 pieds (4^m,57) par seconde.

Il n'est permis de pousser les trains qui ont une machine en tête que :

a. En montant de fortes rampes isolées.

b. Pour mettre les trains en marche dans les stations; mais dans ces deux cas, la vitesse ne peut dépasser la moitié de la vitesse réglementaire.

Il est permis de pousser les wagons des trains des travaux à l'aide de locomotives placées à l'arrière.

Parcours des locomotives, tender en avant.

§ 56. La marche d'une locomotive, tender en avant, n'est permise, pour les trains de voyageurs, que quand une locomotive de secours va au devant d'un train, ou quand, sur de fortes pentes, la machine se trouve à l'arrière. Une machine, marchant tender en avant, ne peut se mettre devant le train qu'après qu'il est arrêté.

Dans les trains des travaux et dans les stations, il est permis d'aller lentement, tender en avant.

Locomotives en stationnement.

§ 57. Aussi longtemps que les locomotives restent en repos dans les stations, leur régulateur doit être fermé et la barre mise au repos. Le frein du tender doit aussi être serré. Les locomotives en stationnement doivent être constamment surveillées.

§ 58. Près des traverses les plus fréquentées et des che-

mins parallèles à la voie, l'emploi du sifflet à vapeur et l'ouverture des robinets des cylindres doivent être limités aux cas d'absolue nécessité.

Personnel du train.

§ 59. Le personnel qui accompagne le train ne peut, durant la marche, avoir qu'un seul chef.

Ce personnel doit être réparti de manière qu'il puisse surveiller toutes les parties du train et correspondre avec le machiniste.

Gardes-routes.

§ 60. Les gardes-routes doivent examiner les trains qui passent et en cas d'irrégularité donner le signal d'arrêt.

Moyens de surveillance et de communication.

§ 61. Tout train en marche dans l'obscurité doit avoir, à l'avant et à l'arrière, des signaux-lanternes éclairant respectivement l'avant et l'arrière du train; ces lanternes doivent être visibles pour le machiniste et le personnel du train.

Tant qu'on n'aura pas inventé un moyen de communication parfait entre le personnel du train et le machiniste, la communication se fera par un cordon s'étendant sur toute la longueur des trains de voyageurs et allant au moins jusqu'au premier garde-frein dans les trains mixtes ou les trains à marchandises.

Trains extraordinaires.

§ 62. Les trains extraordinaires ne pouvent être expédiés que si la voie est complétement surveillée, si le train a été signalé d'avance aux gardes-routes et s'il a été annoncé réglementairement à la station voisine.

Trains de travaux.

§ 63. Les trains de travaux et les locomotives isolées ne

peuvent circuler sur la voie que par suite d'un ordre spécial de l'administration supérieure de l'exploitation et à des heures déterminées rigoureusement. Il doit être pris des dispositions telles que la circulation des trains de travaux, ou machines isolées, soit connue au moins des chefs des deux stations voisines.

Au moins un quart d'heure avant le passage des trains ordinaires, la voie doit être libre de trains de travaux, de locomotives et de wagons isolés.

Les trains de travaux et les locomotives isolées sont signalés sur-le-champ aux trains extraordinaires.

Locomotives de secours ou de réserve.

§ 64. Les locomotives de secours ou de réserve doivent stationner à des distances de 12 milles (90,304^m) au plus.

Dans les stations où elles se trouvent, on doit avoir aussi les outils nécessaires pour déblayer et rétablir la voie, quand un train ou une machine a déraillé.

Circulation des locomotives.

§ 65. A l'exception des ingénieurs et des chefs de section de la route, personne ne peut voyager sur les locomotives, sans l'autorisation du chef de l'exploitation ou du chef de l'atelier des machines.

Examens des machinistes.

§ 66. La conduite des machines ne peut être confiée qu'à des machinistes qui ont travaillé au moins pendant une année dans un atelier de mécanicien, et qui ont prouvé leur aptitude par un examen passé, après une année au moins d'apprentissage, devant un machiniste et un employé technique de l'exploitation.

Les chauffeurs doivent être assez au courant de la manœuvre des locomotives pour pouvoir, en cas de nécessité, les faire arrêter ou reculer.

CHAPITRE III.

Dispositions spéciales pour le service de transit sur les diverses lignes de l'Union des chemins de fer allemands.

A. Établissement de la voie.

Position des rails.

§ 1. La largeur des voies, mesurée entre les bords intérieurs des rails, doit être de 4 pieds 8 1/2 pouces (1^m,434) sur tous les chemins de fer allemands.

§ 2. Dans les courbes à rayon de moins de 2,000 pieds (610 mètres), la largeur de la voie doit être augmentée proportionnellement à la diminution des rayons, mais cet élargissement ne peut dépasser 1 pouce (0^m,025).

§ 3. Pour les voies principales et en dehors des stations, les rayons de courbure de l'axe de la voie ne descendront pas au-dessous de 1,200 pieds (366 mètres). Dans les stations et à leurs abords, ces rayons de courbure pourront descendre jusqu'à 600 pieds (183 mètres.)

En cas d'absolue nécessité, les rayons de courbure pourront être abaissés jusqu'à 600 pieds (183 mètres) en dehors des stations et 500 pieds (152 mètres) dans l'intérieur ou aux abords des stations.

§ 4. Lorsque l'on n'emploie pas d'éclisses, il est défendu, sur les voies principales, de relier les abouts des rails aux billes par de simples clous à crochets.

§ 5. Le bord supérieur du rail doit s'élever d'au moins 1 1/2 pouce (0^m,037) au-dessus des moyens de fixation, tels que coussinets, clous à crochets, etc.

§ 6. Dans les parties droites de la voie, les deux rails doivent être placés au même niveau.

Dans les parties courbes, le rail extérieur doit être surélevé, relativement au rail intérieur et eu égard à la vitesse des trains, de telle sorte que les rebords des roues ne puissent attaquer d'une manière nuisible la face intérieure des rails.

§ 7. Sur les sections à double voie, la distance entre les axes des deux voies ne peut être moindre que 11 pieds 4 pouces (3^m,454).

Traverses et rails de sûreté.

§ 8. Dans les traverses sur les voies de largeur normale, la rainure ménagée pour le passage des rebords des roues doit avoir 2 5/8 pouces (0^m,065) de largeur et 1 1/2 pouce (0^m,037) de profondeur.

Dans les traverses sur voies plus larges, la rainure doit être élargie au delà de 2 5/8 pouces (0^m,065) de la grandeur de l'élargissement de la voie.

§ 9. Sauf aux traverses, aux excentriques et dans les stations on ne doit pas employer de rails de sûreté ou contre-rails.

Excentriques.

§ 10. On ne doit pas employer, sur les voies principales, des excentriques tels qu'une négligence dans la manœuvre puisse faire dérailler les trains.

§ 11. On ne doit pas placer des plaques tournantes ou roulantes sur les voies principales.

Espace libre au-dessus des voies.

§ 12. L'espace libre au-dessus des rails sera partout d'au moins 15 pieds 9 pouces (4^m,80).

Grues hydrauliques.

§ 13. Les orifices des grues hydrauliques doivent se trou-

ver au moins à 8 pieds 3 pouces (2^{m},515) au-dessus de la partie supérieure des rails.

B. Matériel d'exploitation.

Locomotives.

§ 14. Les locomotives ne peuvent être mises en service qu'après avoir subi les épreuves réglementaires. La valeur de la plus grande pression admise, en suite des épreuves, doit être indiquée en grands caractères sur la locomotive.

§ 15. Après un premier parcours de 10,000 milles allemands (75,320,000 mètres), et ensuite après chaque grosse réparation ou après chaque parcours de 8,000 milles (60,250,000 mètres) et dans tous les cas au moins une fois dans l'espace de trois années, la chaudière sera éprouvée après avoir été dégarnie de son enveloppe.

A chaque épreuve on doit vérifier la charge des soupapes de sûreté.

§ 16. Chaque locomotive doit être pourvue d'au moins 2 soupapes de sûreté, d'un manomètre aussi parfait que possible, d'un niveau d'eau et de 3 robinets d'essai.

Les soupapes de sûreté doivent être fixées par des balances à ressorts fixées à des leviers, ou par des poids libres. Les soupapes doivent pouvoir se soulever de 1/8 de pouce (0^{m},003).

§ 17. La plus grande hauteur des cheminées des locomotives au-dessus des rails ne peut dépasser 15 pieds (4^{m},571).

§ 18. On doit fixer à chaque locomotive de forts chasse-pierres, placés directement au-dessus des rails et à une distance de 2 à 2 1/2 pouces (0^{m},05 à 0^{m},063) de la surface supérieure des rails.

§ 19. Quand la nature du combustible l'exige, les cheminées des locomotives doivent être munies d'un appareil empêchant la sortie des étincelles.

En outre, chaque locomotive devra avoir un cendrier dis-

posé en raison de la nature du combustible et qui puisse s'ouvrir et se fermer à volonté.

§ 20. Chaque machine doit avoir un puissant sifflet à vapeur.

§ 21. A l'avant du châssis de la locomotive, on doit fixer deux buttoirs élastiques entre lesquels se trouvera un fort crochet de traction.

Buttoirs et crochet de traction doivent avoir les dimensions et positions fixées pour les wagons.

§ 22. La plus grande largeur des machines ne peut dépasser 10 pieds (3m,047).

Les points les plus bas du cendrier doivent être au moins à 5 pouces (0m,127) au-dessus de la face supérieure des rails.

Tenders.

§ 23. Les tenders doivent être munis de freins puissants.

§ 24. La plus grande largeur des tenders ne doit pas dépasser 9 pieds (2m,743), et leur plus grande hauteur au-dessus des rails ne doit pas être supérieure à 8 pieds (2m,438).

Essieux et roues.

§ 25. La largeur des bandages des roues ne doit pas être inférieure à 5 pouces (0m,27), pour les wagons, ni supérieure à 6 pouces (0m,152), pour tous les véhicules du chemin de fer.

Les bandages des roues doivent avoir une forme conique de 1/20 au moins d'inclinaison.

§ 26. Toutes les roues des véhicules du chemin de fer doivent avoir des rebords. La hauteur de ces rebords ne peut dépasser 1 1/4 pouce (0m,032), mesurée à partir de la surface supérieure des rails.

§ 27. Le jeu total entre les rails et les rebords (mesuré sur le déplacement total de l'essieu) ne peut être moindre que 3/8 de pouce (0m,009), et, après la plus forte usure admise, il ne peut dépasser 1 pouce (0m,025).

Pour les roues intermédiaires des machines à 6 roues, un jeu total de 1 1/2 pouce (0m,037) est admissible.

§ 28. La distance entre les faces intérieures des roues doit être partout de 4 pieds 5 1/2 pouces (1m,358) à l'état normal. Une différence en plus ou en moins de 1/8 pouce (0m,003) est tolérée.

§ 29. La moindre épaisseur des bandages des roues, au point de contact avec le rail, est fixée à 7/8 pouce (0m,021) pour les locomotives et tenders et à 3/4 pouce (0m,018) pour les voitures qui circulent sur plusieurs chemins de fer.

§ 30. Les roues défectueuses, les roues non coniques, les essieux coupés et les roues mobiles sur les essieux sont exclus du service de transit.

Voitures.

§ 31. La plus grande largeur des voitures à voyageurs, y compris les marchepieds et autres parties saillantes, ne peut dépasser 10 pieds (3m,047). La plus grande largeur de la caisse est limitée à 8 pieds 7 pouces (2m,615).

La largeur des wagons à marchandises, y compris les portes à coulisses et les marchepieds, ne peut dépasser 9 pieds (2m,743).

§ 32. Pour les voitures à essieux fixes, la plus grande distance des essieux est fixée à 18 pieds (5m,486).

Si les voitures sont construites de manière que l'essieu du milieu, ou un essieu extrême, puisse se déplacer horizontalement, les roues peuvent être espacées de 25 pieds (7m,619).

§ 33. Les parties les plus élevées des voitures ne peuvent dépasser les rails de plus de 12 pieds 4 pouces (3m,758).

Les siéges fixés aux voitures et destinés à un garde, ne peuvent s'élever au-dessus de 15 pieds (4m,571), et leur marchepied ne peut être à plus de 9 pieds 4 pouces (2m,844) de la surface supérieure des rails.

§ 34. Les voitures qui circulent sur plusieurs chemins de

fer doivent porter, en grands caractères, le nom de leur propriétaire, la désignation de leur poids propre (essieux compris) et l'indication, en quintaux de l'Union douanière, de la plus grande charge qu'elles peuvent porter.

Buttoirs, appareils de traction.

§ 35. La distance normale des buttoirs de centre à centre est fixée à 5 pieds 9 pouces (1^m,751), et la hauteur normale du centre des buttoirs au-dessus des rails à 3 pieds 5 pouces (1^m,041). Pour voitures vides on tolère une différence de 1 pouce (0^m,025) en plus ou en moins, et pour les voitures chargées, une différence de 4 pouces (0^m,101) en moins.

§ 36. Les voitures qui circulent sur diverses lignes doivent être munies à leurs deux extrémités de buttoirs élastiques.

§ 37. La distance entre la surface antérieure des buttoirs et la tête de la voiture doit être d'au moins 14 1/2 pouces (0^m,368) à buttoirs complétement serrés, et le diamètre des disques doit être d'au moins 14 pouces (0^m,355). De plus, à chaque extrémité de la voiture, la face de l'un des buttoirs sera plane et l'autre bombée, et ces buttoirs seront disposés de manière que, vu de la voiture, le disque du buttoir plan soit à gauche.

Entre les buttoirs et le crochet de traction, il doit toujours rester un espace libre suffisant pour qu'un homme se meuve facilement et sans danger pour faire l'attelage.

§ 38. Toutes les voitures de chemin de fer doivent être munies des deux côtés d'appareils de traction élastiques.

§ 39. Ces appareils de traction élastiques doivent pouvoir se comprimer de 2 pouces (0^m,05) au moins et de 6 pouces (0^m,132) au plus.

§ 40. La surface d'attache des crochets de traction doit être de 14 1/2 pouces (0^m,368) en arrière du plan normal de la face extérieure des tampons. On peut tolérer une différence en plus ou en moins de 1/2 pouce (0^m,013).

§ 41. Il est recommandé de munir toutes les voitures, à

leurs deux extrémités, de crochets de traction conformes au modèle arrêté. Il en est de même pour les étriers mobiles.

§ 42. L'attelage des voitures à voyageurs et des wagons à bagages de transit se fait toujours au moyen d'attelages à vis.

L'attelage des wagons à marchandises peut se faire à l'aide d'attelages à vis ou de simples chaînes.

Dans tous les cas les appareils d'attelage doivent être fixés aux deux extrémités des voitures.

§ 43. Les dimensions des buttoirs, crochets de traction, etc., seront conformes à celles du modèle adopté.

§ 44. Toutes les voitures du chemin de fer doivent avoir deux chaînes de sûreté à chacune de leurs extrémités.

§ 45. Les deux chaînes de sûreté du même côté des voitures doivent être distantes l'une de l'autre de 3 pieds 6 pouces (1m,066), soit 1 pied 9 pouces (0m,533) du centre de la voiture. Ces chaînes doivent être attachées à la même hauteur que le crochet de traction et les buttoirs, et leur longueur doit être telle que, tendues au point d'attache de leur crochet, elles dépassent au moins de 12 pouces (0m,304) la face des buttoirs.

Les chaînes de sûreté doivent être munies à leurs extrémités de crochets solides, mais qui ne peuvent avoir plus de 2 pouces (0m,05) de hauteur et 1 pouce (0m,025) de largeur. Lorsque la chaîne de sûreté est accrochée, ses crochets doivent être suffisamment tendus pour former chaînon sans torsion.

Freins.

§ 46. Les freins des voitures doivent être d'une nature telle qu'ils puissent rendre l'essieu immobile.

§ 47. Le nombre des paires de roues (tender non compris) qui doivent être munies de freins efficaces dans un train de voitures est déterminé comme suit :

Sur les lignes à longues rampes :

Jusqu'à $\frac{1}{500}$	pr les voit. à voyag.	1/8	du nomb. de roues.
	» march.	1/12	»
» $\frac{1}{300}$	» voyag.	1/6	»
	» march.	1/10	»
» $\frac{1}{200}$	» voyag.	1/5	»
	» march.	1/8	»
» $\frac{1}{100}$	» voyag.	1/4	»
	» march.	1/7	»
» $\frac{1}{60}$	» voyag.	1/3	»
	» march.	1/5	»

Lorsque les rampes atteignent 1/40 et que le chemin est exploité par des locomotives, les trains de voyageurs doivent avoir des freins à la moitié des paires de roues et les trains de marchandises au quart de leurs paires de roues. Sinon des traîneaux spéciaux d'enrayure doivent pouvoir opérer l'arrêt.

CHAUFFAGE DES LOCOMOTIVES.

RAPPORT

DE LA COMMISSION INSTITUÉE PAR ARRÊTÉ DU 6 AVRIL 1860, POUR EXAMINER UN NOUVEAU SYSTÈME DE CHAUFFAGE DES LOCOMOTIVES PROPOSÉ PAR M. L'INGÉNIEUR EN CHEF BELPAIRE (1).

Pendant très-longtemps le coke fut à peu près le seul combustible employé au service des locomotives en Belgique et dans les contrées avoisinantes. Mais son prix sans cesse croissant, la difficulté des approvisionnements, engagèrent les hommes de science à essayer l'emploi de la houille et de la briquette, qui leur présentait le double avantage d'un moindre prix et d'un pouvoir calorifique bien supérieur. Aujourd'hui la plupart des administrations de chemins de fer se servent presqu'exclusivement de la houille ou de la briquette et elles ont reconnu que ces combustibles avaient en outre sur le coke le mérite d'être mieux appropriés aux con-

(1) Cette commission était composée de :
MM. Sabatier, membre de la chambre des représentants, président.
Cabry (*), inspecteur général à l'administration du chemin de fer de l'État, } Membres.
Van Hoegaerde, directeur-gérant des chemins de fer de l'Est, } Membres.
Brialmont, directeur-gérant des usines de Seraing, } Membres.
Eug. Smits, directeur-gérant des usines de Couillet, rapporteur.

(*) M. Cabry, ne partageant pas en tout point les opinions de ses collègues, n'a pas signé le rapport.

ditions spéciales du travail des machines, à la conservation des foyers et des tubes, au rétablissement et au maintien de la pression.

Dans l'étude des combustibles en usage dans les locomotives, le coke ne doit donc plus servir que de point de comparaison. Certains grands chemins de fer l'utilisent bien encore concurremment avec la houille et la briquette, mais il est à remarquer qu'ils n'ont pour but, en procédant ainsi, que de maintenir l'équilibre entre les prix des combustibles et d'empêcher qu'ils ne s'élèvent d'une manière anormale, en créant entre eux une concurrence utile, sous tous les rapports, à l'économie de l'exploitation.

Quelques ingénieurs ont cru convenable enfin d'employer simultanément le coke et la houille ou le coke et la briquette. Cette pratique, contraire à une saine appréciation des phénomènes de la combustion, n'est point à conseiller. Elle peut se justifier dans certains cas particuliers, mais doit en général être repoussée. Quoi qu'il en soit, le choix d'un combustible dépend de son prix, de sa nature et des facilités d'approvisionnement de la contrée traversée par les machines. En Belgique, où l'on rencontre tous les combustibles convenables, le prix seul sert de règle; il en est de même en Angleterre.

(1) Le coke coûte en Belgique. 20 fr. la tonne.
La houille en roche. . . . 20 fr.
Et la briquette . . . . . 15 fr. seulement; aussi la briquette y est-elle très en faveur. L'administration des chemins de fer de l'État l'emploie à l'exclusion de tout autre combustible.

En Angleterre, le charbon en roche ne coûte que 7,50 à 8 fr. la tonne, et c'est ce combustible qui généralement est préféré sur les grandes lignes. A l'exception du Great-Northern, qui continue à employer le coke, le seul combustible qui, selon lui, permette de donner aux trains express une

(1) Nous avons indiqué les prix moyens.

régularité mathématique, tous les autres chemins de fer, à peu près, ont introduit dans les dispositions des foyers de leurs machines, des changements en rapport avec l'espèce de houille dont ils disposent.

Les chemins de fer français, qui tirent leurs approvisionnements en partie de la Belgique et de l'Angleterre et en partie de l'intérieur du pays, consomment du coke, de la houille ou du charbon recomposé. Quelquefois une même ligne utilise ces trois combustibles à la fois. Le chemin de fer du Nord est dans ce cas. Cependant tous ont une tendance à exclure définitivement le coke et se livrent à des essais réitérés pour tirer parti des houilles trop bitumineuses des contrées qu'ils traversent, et exclure les charbons étrangers, qui leur reviennent à des prix trop élevés (¹).

Ces préliminaires posés, voici comment on peut formuler le problème que M. l'ingénieur en chef Belpaire s'est donné la tâche de résoudre : *Remplacer tous les combustibles minéraux employés jusqu'à ce jour dans les locomotives par du charbon menu maigre ou demi-gras en changeant la disposition des foyers et en adoptant le système de grille en fonte à barreaux écartés de 4 à 5 millimètres, déjà en usage dans les foyers de machines fixes.*

Avant de décrire l'appareil et de passer à l'examen des questions, assez complexes, que soulèvent les changements apportés tant dans la construction des machines que dans leur conduite par le nouveau procédé, il est indispensable que nous passions rapidement en revue tout ce qui a été tenté jusqu'à présent en Angleterre et en France pour généraliser l'emploi des charbons crus dans les machines. Nous ne parlerons pas des briquettes, car leur composition chimique diffère peu de celle des charbons qui ont servi à leur fabrication et ce que nous dirons de la houille leur est parfaitement applicable.

(¹) La houille de Cardif coûte 28 fr. la tonne rendue à Bordeaux.

Deux essais faits par M. Comines de Marsilly, avec cette exactitude qu'on lui connaît, ont donné pour le pouvoir calorifique des briquettes de l'usine de Gosselies, 7,362 calories et pour celles de l'usine de Montigny-sur-Sambre, 7,289. Ces chiffres représentent bien la moyenne des pouvoirs calorifiques qu'il a trouvés pour les houilles du bassin de Charleroi, dont le plus élevé, sur dix-sept opérations différentes, a été de 7,411 et le plus bas 7,166.

Toutes les houilles connues rentrent dans l'une des trois grandes divisions suivantes :

Les houilles grasses,
Les houilles demi-grasses,
Les houilles maigres ou sèches.

Elles se distinguent les unes des autres chimiquement en ce que leur quantité d'hydrogène diminue au fur et à mesure qu'elles passent du gras au maigre, tandis que la proportion de carbone fixe augmente. L'action de la chaleur les fait s'agglutiner plus ou moins ; cette propriété est due à un principe gras qui disparaît quand on les soumet à une température de 0 à 275°.

Les houilles renferment, comme principes constitutifs, de l'hydrogène, de l'oxygène, de l'azote, du carbone et des cendres de nature variable.

Chacune des trois divisions de houille que nous avons indiquées plus haut contient des charbons propres et des charbons impropres au service des locomotives. Il est donc impossible de se baser sur cette classification pour indiquer *a priori* si un charbon sera convenable ou non à l'usage auquel on le destine. Les obstacles les plus sérieux contre lesquels on a eu à lutter sont : la rapide destruction des barreaux de grille et la difficulté de brûler la fumée.

Certaines qualités de houille ont des cendres fusibles qui attaquent les barreaux et les scorifient, d'autres développent une telle température qu'elles les ramollissent et les brûlent. Les houilles grasses, par la propriété qu'elles ont de se coller

et de former voûte, conduisent souvent au même résultat si l'on n'a pas la précaution de les mélanger avec des charbons plus maigres.

Enfin quelques charbons crus renferment des quantités assez sensibles de pyrite dont le soufre, transformé par la combustion en acide sulfureux, attaque le métal des chaudières.

Les houilles qui produisent du mâchefer, les charbons gras trop collants et ceux qui sont pyriteux, doivent donc être rejetés.

Dans tous les cas, il est nécessaire, lorsque l'on consomme du charbon cru, d'adopter une marche tout opposée à celle que l'on suit pour le coke. Le feu doit être très-bas, de 15 à 30 centimètres de hauteur environ, afin de permettre un accès facile à l'air destiné à brûler la fumée et à empêcher l'échauffement des grilles. On est parvenu, au chemin de fer anglais de Kerthyn-Tydwill à Cardif, à éviter ce dernier inconvénient, qui se produisait d'une façon remarquable avec le charbon maigre d'Arberdare, en recouvrant la grille de fragments de briques réfractaires de 40 à 45 centimètres cubes, de manière à former une aire perméable sur laquelle on chargeait le combustible (1). Les barreaux ont duré alors 4 mois avec un parcours journalier de 164 kilomètres. Il est facile de comprendre que ce moyen tomberait en défaut si le charbon n'était pas très-maigre et donnait des cendres fusibles; mais il mérite cependant d'être cité pour son originalité. M. Tomlinson, l'inventeur, indique en outre une autre précaution à prendre; l'épaisseur du combustible doit être irrégulière, plus élevée sur les rebords de la boîte à feu qu'au milieu. La grille doit rester visible au centre pour mieux la garantir contre la flexion des barreaux.

Les houilles grasses, demi-grasses et quelques houilles rangées parmi les maigres, produisent, en brûlant, de la

(1) Couche, *Annales des mines*, t. XV.

fumée qui incommode les voyageurs, les propriétaires des habitations voisines des stationnements, et occasionnent une perte réelle de combustible pour les compagnies. C'est donc autant dans leur propre intérêt que pour satisfaire aux réclamations fondées du public, qu'elles se sont ingéniées à chercher les moyens les plus efficaces de rendre les foyers de leurs machines fumivores.

La fumée est un composé d'huiles essentielles et de parcelles très-ténues de charbon qui, faute d'oxygène ou de chaleur, ont échappé à la combustion et sont entraînées dans l'atmosphère.

La chaleur n'est pas toujours indispensable à la combustion; souvent la présence de l'air suffit pour enflammer les gaz, mais pour la houille, la double condition d'une chaleur convenable et d'une quantité d'oxygène suffisante est requise.

La quantité d'air strictement nécessaire pour brûler un kilogramme de houille, c'est-à-dire pour transformer le carbone en acide carbonique et l'hydrogène en eau, est d'environ 9 mètres cubes. Dans la pratique, cette quantité doit *au moins* être doublée malgré la perte de calorique qui en résulte. Nous disons *au moins*, car dans une expérience rapportée par M. Bède (1), quoique la moitié de l'air entré dans le foyer n'eût fait que le traverser sans réagir, les cendres et la fumée contenaient encore des éléments combustibles.

L'auteur que nous venons de citer arrive, après des calculs que nous croyons inutile de reproduire ici, à la conclusion suivante :

« Puisque l'appel d'un volume d'air double de celui qui
» est nécessaire à la combustion ne cause pas une perte de
» chaleur supérieure à celle que l'on trouve avec un volume
» moindre, et que l'on a par l'appel de ce volume double plus

(1) *Économie du combustible*, par M. Bède, professeur à l'université de Liége.

» de garantie d'une combustion aussi parfaite que possible, » on peut s'arrêter à ce rapport ; on pourra même aller jus- » qu'au triple, attendu que l'on peut toujours réduire à vo- » lonté le tirage, mais ce serait une erreur de vouloir aller » au delà. »

Il existe deux procédés pour rendre les foyers fumivores : l'un consiste à empêcher la distillation du charbon, l'autre à laisser cette distillation s'accomplir, mais à en brûler les produits avant qu'ils atteignent la cheminée. Dans le premier cas, le combustible trouve dans le foyer l'oxygène et la chaleur qui lui sont nécessaires pour brûler sans distiller ; dans le second, on lui fournit l'air ou la chaleur, ou mieux l'un et l'autre.

Le premier genre de foyer, que nous sachions, n'a pas été appliqué utilement aux locomotives ; toutes les recherches des inventeurs ont porté sur le dernier mode de fumivorité, qui est sans contredit le plus simple et le plus pratique.

L'emploi du charbon dans les locomotives date de 1837. Ce fut du moins vers cette époque que des essais sérieux furent entrepris au chemin de fer de Liverpool à Manchester par MM. Gray et Chanter ([1]).

Le foyer de la machine *the Liver* fut divisé en deux chambres par un bouilleur horizontal ayant au centre une ouverture destinée au passage des gaz qui, de la chambre inférieure, s'échappaient dans la partie supérieure et de là, par les tubes, dans la cheminée.

La chambre inférieure renfermait deux grilles dont l'une horizontale chargée de charbon occupait environ le tiers de la largeur du fire-box, tandis que l'autre, supérieure à celle-ci, était inclinée et couverte de coke. De nombreux appels d'air disposés dans les parois du foyer fournissaient aux gaz l'oxygène nécessaire à la combustion.

([1]) *Recent pratice in the locomotive engine* by Daniel Kennear Clark, London.

Une seconde disposition fut appliquée à une autre locomotive par les mêmes ingénieurs en 1839. Le foyer fut partagé verticalement en deux, dans le sens de la longueur, par un bouilleur qui descendait à proximité des grilles. Les gaz du charbon distillés par la grille antérieure étaient forcés par le bouilleur de s'infléchir sur la grille postérieure, couverte de coke incandescent, où ils étaient brûlés. L'on consommait environ 1/3 de coke et 2/3 de charbon.

La disposition adoptée ensuite sur la ligne de Manchester à Liverpool est due à M. John Dawrance et date de 1845.

Elle consiste dans l'addition au fire-box d'une chambre à brûler les produits de la combustion. Dans ce second compartiment de la boîte à feu, l'air extérieur est introduit par des tuyaux perforés ; de plus, on a placé vis-à-vis des tubes un diaphragme incliné contre lequel l'air et les gaz viennent buter et se mélanger. Cette disposition, qui a donné d'assez bons résultats, est très-compliquée.

La grille à gradins, inventée par MM. de Marsilly et Chobrzinski et appliquée par eux au chemin de fer du Nord français dès 1851, a obtenu un grand succès. Elle est formée de barres plates disposées comme les marches d'un escalier et terminée par une grille horizontale mobile sur laquelle on pousse les cendres, dont il est alors facile de se débarrasser. L'air destiné à brûler la fumée entre en abondance par les contremarches de l'escalier, restées vides. Le charbon frais est d'abord jeté sur les premiers barreaux, où il se distille, puis, quand il est transformé en coke, il est poussé de gradin en gradin jusqu'au bas de l'échelle.

Cette disposition, qui convient très-bien pour brûler les charbons demi-gras de la Belgique et du nord de la France, fait défaut lorsqu'on l'applique à des houilles bitumineuses ou des houilles trop maigres. De plus, elle a l'inconvénient de diminuer la surface de chauffe directe. L'introduction de l'air par les interstices des barreaux se fait du reste dans de mauvaises conditions et d'une manière irrégulière.

MM. de Marsilly et Chobrzinski ont apporté depuis à leur grille quelques changements importants qu'il est utile de faire connaître. Ils l'ont formée : 1° d'un ou de deux barreaux plats placés près de la porte et percés de trous; 2° de barreaux longitudinaux, et 3° de la partie horizontale mobile.

La houille se charge sur les barreaux troués, distille lentement et la fumée qui s'en échappe est brûlée presqu'entièrement avant d'arriver aux tubes. Cette disposition nouvelle est très-ingénieuse, mais en même temps bien compliquée. Elle offre du reste, au point de vue théorique, les mêmes imperfections que la précédente.

Quoi qu'il en soit, la grille à gradins a été appliquée en France à plus de 200 locomotives et l'économie réalisée par le chemin de fer du Nord est trop importante pour ne pas attirer l'attention sérieuse des administrations des chemins de fer belges, qui sont à même de se procurer facilement les mêmes combustibles que leurs voisins du Midi.

En 1853, M. J.-E. Mac Connell fit construire pour le chemin de fer du North Westhern une locomotive à foyer fumivore basé sur les principes suivants :

Donner à la grille la plus grande surface possible,

Ajouter au fire-box une chambre pour brûler les gaz et la fumée au moyen de l'introduction d'une certaine quantité d'air à travers les parois de la boîte à feu.

Diviser le fire-box longitudinalement en deux, afin d'obtetir un chauffage alternatif.

La réunion de ces conditions, dit Clarcke, conduit à la suppression de la fumée. La machine *Eugénie,* exposée en 1855, construite d'après ce système, a en effet donné de bons résultats malgré la faible surface de chauffe qu'elle possède : environ 76 mètres carrés. Elle n'a pas de conduite d'air; il est vrai que sur le chemin de fer du Nord, où elle fonctionne, elle ne consomme que des houilles très-peu fumeuses.

M. Joseph Beattie, en 1853 et plus tard en 1855, combina deux foyers dont l'un, celui de 1855, fut appliqué à toutes

les locomotives du chemin de fer du South Westhern.

La machine de 1853 n'était qu'un essai. Sa boîte à feu portait en avant un petit foyer supplémentaire qui contenait du charbon dont les gaz et la fumée allaient se brûler dans le fire-box chargé de coke, en passant au travers des tubes courts.

La machine de 1855 a quelque ressemblance avec celle de M. Mac Connell, mais elle a de plus qu'elle une complication de bouilleurs, de grilles et de carreaux en briques réfractaires qui en font plutôt un objet de curiosité qu'une machine pratique, quels que soient d'ailleurs les avantages incontestables qu'elle présente de brûler admirablement la fumée.

Nous allons, autant que la chose nous sera possible, sans l'aide d'un dessin, la décrire sommairement.

La grille inclinée, qui a au moins 2 mètres de longueur, est divisée en deux par un diaphragme oblique qui s'appuie contre les parois latérales de la boîte à feu et contre une voûte en briques réfractaires, située entre les portes de chargement. Le diaphragme et la voûte sont percés d'une infinité de trous qui mettent la partie antérieure et la partie postérieure du foyer en communication.

Dans le second fourneau se trouvent : un bouilleur transversal descendant perpendiculairement du ciel de la boîte à feu, une voûte très-surbaissée supportée par les parois de côté du fire-box et enfin une autre voûte qui réunit la précédente avec le bouilleur.

Le bouilleur est traversé par une infinité de tubes, la voûte qui forme rabat est à claire voie. Plus loin on rencontre une plaque en fer portant au centre une ouverture circulaire de $0^m,70$ de diamètre. Un bouilleur de la même dimension se prolonge dans le corps cylindrique et est rempli de briques réfractaires taillées de façon à ce que les vides formés par leur rapprochement donnent naissance à des tubes ronds ou carrés.

Enfin le générateur se termine par une série de tubes calorifères dont la longueur, fixée précédemment à 5 pieds 10 pouces, a été réduite à 2 pieds environ.

L'air, dans cette machine, pénètre par la grille inclinée, par les entretoises, qui sont creuses, et par les portes percées d'une infinité de petites ouvertures. Voici dès lors ce qui se passe.

La combustion est poussée activement dans le premier fourneau, le gaz et la fumée se dégagent, passent à travers le diaphragme incliné et se répandent au-dessus de la seconde grille, dont le feu, alimenté avec modération, est presque toujours rouge; de là ils se rendent, en se mélangeant de plus en plus avec l'air, dans le corps cylindrique, où ils se mettent en contact avec les briques réfractaires, très-échauffées, qui achèvent la combustion du mélange.

On comprend qu'une pareille machine ne doive rien laisser à désirer au point de vue de la fumivorité, mais au prix de quels sacrifices ce progrès est-il réalisé? La machine est lourde, plus difficile à construire que d'autres qui atteignent le même but et partant plus coûteuse; ses frais d'entretien sont considérables et ses avaries très-fréquentes.

Le système de M. Craiy, essayé en 1856, sur le chemin de fer de Manchester, Sheffield et Lincolnshire peut être résumé en quelques mots :

Une longue grille inclinée, un tube à eau traversant le foyer en dessous d'un bouilleur recourbé et perforé venu du plafond du fire-box. Telles sont toutes les nouveautés de cette invention qui n'a eu et ne pouvait avoir aucun succès.

La machine de M. E. Jeffreys, construite pendant la même année que celle de M. Craiy, pour le chemin de fer de Shrewsbury, est pourvue d'une grille mobile autour d'un axe, de manière à pouvoir faire rouler le charbon réduit en coke à l'arrière du foyer. Les barreaux sont disposés en gradins longitudinalement et admettent l'air comme dans la machine de MM. de Marsilly et Chobrzinski. Cette grille n'a pu brûler

sans fumée que des charbons d'une nature particulière. Elle est en outre d'une construction difficile et doit occasionner des frais d'entretien considérables.

Le système de MM. Evan et Dubs, en usage au chemin de fer de Chester and Birkenhead, repose aussi sur le mouvement d'une grille. On y remarque de plus un diaphragme transversal divisant la boîte à feu en deux compartiments.

M. Cudworth, au chemin du South Eastern, s'est proposé de rendre les foyers fumivores en portant la longueur de la boîte à feu à 2 mètres, de manière à permettre l'emploi d'une grille longue et inclinée de 30°. Un bouilleur partage le firebox en deux chambres qui se réunissent à la partie supérieure. A l'extrémité des barreaux et en dessous des tubes, M. Cudworth a placé une espèce d'autel en briques réfractaires qui sert de réservoir de chaleur.

M. D. Clarck fait un grand éloge de cette machine et en donne l'élévation et le plan dans la 9e livraison de son ouvrage. Elle ressemble assez, extérieurement du moins, à la locomotive de M. Belpaire. Les 4 roues d'arrière sont accouplées et les axes équidistants. Elle pèse, eau comprise, 25 tonnes et demie, et la charge totale est tellement bien répartie que chaque paire de roues supporte, à peu de chose près, le même poids. Voici les dimensions de ses principaux organes :

Cylindre.	$0^{m},355$	
Roues couplées.	$1^{m},677$	
Roues d'avant	$1^{m},118$	
Nombre de tubes. .	210	
Surface de chauffe	boîte à feu	$9^{m^2},95$
	tubes . . .	$70^{m^2},23$
	Total. . .	$80^{m^2},18$

La grille a $1^{m^2},79$ de surface et est composée de barreaux en fonte espacés de 10 millimètres environ.

Il est évident qu'une semblable disposition de foyer, lors-

que l'on n'emploie qu'un charbon anthraciteux ou demi-gras, doit donner des résultats remarquables. La grille inclinée a bien l'inconvénient de diminuer la surface de chauffe directe ; mais, d'un autre côté, elle permet au charbon de distiller avec lenteur. Néanmoins, quand le charbon est très-fumeux, ce système tombe en défaut parce qu'il n'admet pas d'air au-dessus du combustible et qu'il n'existe aucun obstacle dans le foyer pour faciliter le mélange des gaz. Inutile de dire que, malgré le rapprochement des barreaux, la grille, par sa grande inclinaison, est impropre à l'usage des charbons menus qui ne brûlent bien qu'en couches de faible épaisseur. La disposition de M. Cudworth ne résout donc qu'imparfaitement le problème.

Les systèmes appliqués par M. Allan à deux locomotives du Scottish Central Railway consistent :

Le premier dans une longue boîte à feu à trois bouilleurs venus verticalement du plafond et destinés à produire dans les gaz une diffusion utile à leur parfaite combustion. Le foyer est très-bas et la grille formée d'une partie à barreaux transversaux et horizontaux et d'une autre partie à barreaux longitudinaux inclinés, qui s'appuie à l'avant sur une espèce d'autel creux en briques réfractaires. L'air est admis en dessous de la grille et au-dessus par de petites ouvertures rondes qui traversent la porte.

L'autre disposition, qui ressemble beaucoup à la précédente quant aux dimensions du foyer, en diffère en ce que la grille composée exclusivement de barreaux longitudinaux et peu inclinés, est terminée par un diaphragme en briques réfractaires percé d'une ouverture centrale de 1/3 environ de sa surface. Derrière cet obstacle et avant d'atteindre les tubes, on rencontre une chambre de combustion analogue à celle de M. Mac Connell.

En 1858, M. D.-K. Clarck, l'éditeur de la publication dans laquelle nous avons puisé en grande partie nos renseignements, cherche aussi à résoudre le problème de la complète

combustion du charbon cru. A cet effet, les parois latérales de sa boîte sont percées, chacune, de quatre ouvertures par lesquelles il injecte des jets de vapeur qui déterminent un double appel d'air sur la surface du combustible. Les tuyaux horizontaux, qui distribuent la vapeur, peuvent être placés de manière à donner aux jets une direction quelconque, afin de permettre de diriger l'air vers le point où sa présence est jugée le plus nécessaire.

« Si, par ce moyen, dit M. Noblemaire, l'on introduit » l'air, on ne le mélange en aucune façon avec les gaz ; il est » donc impuissant à brûler la fumée. »

Nous aurons occasion plus loin de revenir sur ce sujet, lorsque nous parlerons du brevet de M. Besnier de la Pontonnerie.

Enfin, M. Edward Wilson eut l'idée de prolonger quelques tubes à travers la boîte à fumée et de les terminer par des espèces de pavillons; il introduisait ainsi l'air échauffé pendant son parcours, dans la boîte à feu, où il se mélangeait plus ou moins bien avec la fumée. Ce procédé n'a pas eu plus d'efficacité que celui du chemin de fer de Londres et du North-Western, où l'on a cru mélanger intimement les gaz et l'air en posant sur la grille un cylindre vide en briques réfractaires qui atteignait le milieu de la hauteur du fire-box et se terminait par une plaque percée de trous. L'air s'introduisait d'abord dans le cylindre et ensuite dans la boîte à feu. On a essayé de lancer la vapeur par la même voie sans plus de réussite.

Il nous reste maintenant, avant de terminer cette nomenclature assez longue, à décrire quelques dispositions dont les inventeurs semblent s'être mieux pénétrés des conditions essentielles auxquelles ils devaient satisfaire pour rendre leurs foyers fumivores. Le brassage des gaz et de l'air, qui sera toujours la plus grande difficulté à surmonter, a surtout attiré leur attention, et leurs efforts, s'ils n'ont pas amené de résultat décisif, méritent du moins d'être constatés et poursuivis.

Les derniers systèmes que nous allons examiner sont les suivants :

Système de Thomas Yarrow, Aberdeen railway 1857.
Idem de William Jenkins 1857.
Idem de Marcan, Morland railway à Derby, 1857.
Idem Sylvestre Lees. East Lancashire.
Idem Douglas Berkenh, et Cleshire, Jonct. Railw. 1858.
Idem de l'Eastern Counties railway.

Le beau mémoire que M. Noblemaire, ingénieur des mines de France, a publié, dans les *Annales des mines*, l'année dernière, nous a beaucoup aidé pour cette partie de notre rapport.

L'auvent commence à apparaitre avec le système de M. Thomas Yarrow. C'est une pièce en fonte inclinée ou une voûte en briques réfractaires destinée à donner à l'air admis dans le foyer ou aux produits de la combustion une direction déterminée. Le plus grand progrès réalisé dans la question de l'emploi des charbons crus est dû à la construction de cet appareil et au parti qu'on a su en tirer.

Le foyer qui nous occupe actuellement est partagé transversalement par un bouilleur ou une voûte en briques réfractaires placée en dessous des tubes et dirigée vers la porte de chargement. (Pl. XI, fig. 1.) L'air extérieur est introduit par la porte et par deux rangées d'entretoises creuses placées à l'avant du fire-box.

L'auvent (*a*) empêche l'air, qui pénètre par les entretoises, de se précipiter immédiatement dans les tubes et le force à se mélanger avec les produits de la combustion qui remontent dans l'espace situé entre la tête de l'auvent et la paroi (*b*) de la boîte à feu. L'air venu à travers la porte achève la combustion. Les avantages de ce système sont évidents ; non-seulement l'air afflue par la grille, mais encore au-dessus du charbon ; la voûte en briques réfractaires rougit et sert de réservoir de chaleur. En voici maintenant les inconvénients : l'entrée de l'air par la porte et les entretoises s'opère d'une manière irrégulière, la voûte occupe trop de place dans l'in-

térieur du foyer et cache les trois premières rangées de tubes, qui échappent ainsi à la surveillance du machiniste.

Ces défauts ne sont pas cependant assez sérieux pour faire renoncer à une disposition que nous considérons d'ailleurs comme très-heureuse. Le dernier de ces défauts surtout est plutôt illusoire que réel. Les accidents qui arrivent aux tubes ne sont pas en effet très-fréquents et nous croyons que la voûte en briques réfractaires, qui les soustrait au rayonnement direct du foyer et au contact subit de l'air froid qui s'élance par la porte lorsqu'on l'ouvre, est utile à leur conservation.

Le système de M. William Jenkins a beaucoup de ressemblance avec celui de M. Thomas Yarrow; il admet aussi une certaine quantité d'air [1] au-dessus de la grille; d'abord, par trois ouvertures pratiquées dans la porte; puis par 35 entretoises creuses en fer de $0^{m},007$ d'épaisseur, de $0^{m},068$ de diamètre et de $0^{m},11$ de longueur. De ces 35 entretoises creuses, 8 sont placées sur un seul rang à la face postérieure du foyer, au niveau de la plate-forme du machiniste, soit à $0^{m},60$ de la grille; les autres forment trois rangées de 9 trous dont la plus haute se trouve à $0^{m},20$ en contrebas de la dernière rangée des tubes.

On cache ou on démasque ces entretoises en faisant mouvoir deux registres en tôle perforée, mobiles dans des rainures. La surface vide de la grille est, selon M. Noblemaire, de $0^{m2},30$, et celle pour l'admission libre de l'air par les trous dont nous venons de parler, de $0^{m2},08$. La boîte à feu a $1^{m},18$ de long sur $1^{m},02$ de large. Elle renferme deux auvents dont l'un très-petit et formé d'un simple fer d'angle, est placé au-dessus de la rangée des 8 entretoises creuses situées à l'arrière de la machine. Il est destiné à rabattre sur le combustible l'air frais qui pénètre de ce côté; l'autre, de plus grandes dimensions, est en fonte et attaché à la plaque

(1) Noblemaire, *Annales des mines*.

tubulaire au-dessus des trous d'air, de la même manière que dans le fire-box de la machine de M. Thomas Yarrow. L'inclinaison de cet auvent est d'environ 45°, il est recourbé et son arête supérieure s'élève un peu plus haut que le niveau de la porte de chargement.

Le système de M. Jenkins remédie à quelques-uns des défauts que nous avons signalés tantôt; les entrées de l'air sont mieux réglées que dans la disposition adoptée par son devancier et l'auvent d'avant, plus petit, n'encombre pas le foyer; aussi les résultats obtenus ont-ils été des plus favorables. Nous pensons toutefois, avec M. Noblemaire, que le prix d'entretien de cet appareil doit être assez élevé. Les dimensions du foyer sont aussi trop réduites pour brûler convenablement la houille.

M. Marcan a cherché à obvier aux inconvénients de l'auvent en fonte en le remplaçant par une voûte en briques réfractaires inclinée. M. Lees a également adopté la voûte, mais il en a changé la direction ; elle est horizontale, découvre les tubes et s'avance de 0^m,35 dans le foyer. De plus, il a supprimé les entretoises creuses de l'avant et c'est par la porte que passe entièrement l'air qu'il introduit au-dessus du combustible. Un petit auvent en fonte, attaché à l'extérieur de cette porte, oblige le courant à s'infléchir vers la grille, dont les barreaux sont inclinés de 0^m,16 par mètre.

La porte de chargement, évidée dans sa moitié inférieure, permet à l'air d'entrer dans le foyer; la quantité en est déterminée par une tôle mobile sur une charnière horizontale et retenue en position par une petite crémaillère à quatre dents.

Il est facile de voir que la trop petite voûte en briques n'a d'autre effet ici que d'empêcher les produits de la combustion de pénétrer dans les tubes et de les obliger à se mettre en contact avec l'air qui afflue par la porte. Son utilité est donc fort contestable, dès que l'on n'admet plus l'air par des ouvertures pratiquées à l'avant du foyer au-dessus du combusti-

ble ; les remous produits dans les gaz par l'obstacle que leur présente la voûte deviennent superflus ; le mélange avec l'air n'a lieu qu'à proximité de la porte et sur une tranche très-mince des fluides en mouvement. Il est évident pour nous que M. Lees aurait atteint le même but en abaissant la porte de chargement, en supprimant l'auvent en fonte et son simulacre de voûte.

M. Douglas, ingénieur du matériel du chemin de fer de Berkenhead à Chester, après beaucoup d'essais que nous croyons inutile de relater dans ce rapport, a fini par adopter une disposition très-simple qui consiste dans la suppression complète de la porte et son remplacement par un auvent en fer forgé dont l'inclinaison est variable au gré du machiniste. Cette pièce joue dans le cadre de la porte et a la forme d'une large pelle à feu (pl. XI, fig. 2). L'auvent de M. Douglas offre sur ceux de MM. Jenkins et Lees l'avantage d'empêcher l'air de s'échapper sur les côtés et de pouvoir être mieux dirigé vers le centre et les parties basses du foyer, sans qu'il gagne les tubes avant de s'être mélangé avec les gaz.

« Presque tous les mécaniciens du Berkenhead à Chester,
» dit M. Noblemaire, marchent avec le cendrier fermé à
» moitié; souvent même ils le ferment complétement, et, sans
» les fissures qui empêchent la fermeture hermétique, il y
» aurait une véritable distillation de la houille et l'admission
» de l'air se ferait en totalité par la porte. »

L'effet de l'appareil de M. Douglas, ajoute cet ingénieur, est d'une extrême netteté, mais il doute qu'avec des houilles très-fumeuses on réussisse parfaitement.

Nous partageons son opinion, car l'auvent de M. Douglas, pas plus que celui employé par l'Eastern Counties Railway, qui lui ressemble beaucoup, et dont on trouvera le dessin ci-contre (pl. XI, fig. 3), n'est susceptible de rendre les foyers fumivores qu'en y laissant pénétrer un excès d'air, qui refroidit le foyer et les tubes et nuit à l'économie du combustible.

En résumé, l'emploi de l'auvent à l'arrière, quand il n'est pas combiné avec celui d'une voûte en briques réfractaires et d'un système d'ouvertures pratiquées à l'avant de la machine en dessous des tubes, n'est qu'un expédient plus ou moins heureux et ne conduira jamais à l'utilisation complète des produits gazeux de la distillation du charbon qui s'opère chaque fois que l'on charge le foyer.

Enfin, en 1860, on a appliqué à la machine mixte, n° 91 de la compagnie de l'Est français, un foyer au moyen duquel on a réussi à brûler complétement la houille très-fumeuse du bassin de Sarrebruck.

Nous extrayons d'une note autographiée qui a paru sur ce système, les renseignements très-intéressants qui suivent :

« La houille se charge dans une botte ou cornet, dont » l'inclinaison est suffisante pour que le combustible des- » cende seul d'une manière régulière. La paroi inférieure » du cornet est formée d'une plaque de fonte qui se pro- » longe, sans donner accès à l'air, jusqu'à la grille. Un bouil- » leur incliné est placé au-dessus de la couche de combus- » tible, il est relié au foyer par des tuyaux qui lui laissent » toute liberté de dilatation. La flamme, forcée de venir » passer devant le bouilleur, échauffe la houille fraîche sor- » tant du cornet et la fait distiller avant son arrivée sur la » grille. L'air nécessaire à la combustion des hydrogènes » carbonés, produits de la distillation, est fourni par un » clapet variable placé au-dessus. Arrivé sur la grille incli- » née, le combustible étant pour ainsi dire à l'état de coke » et déjà rouge, ne dégage plus de fumée et brûle à l'aide de » l'oxygène de l'air qui traverse la grille. Plus bas, se dépo- » sent les résidus, cendres et mâchefers, qu'on retire en » ouvrant la grille horizontale à l'aide d'une vis. »

Cette disposition est très-heureuse et vaut la peine d'être expérimentée, car toutes les machines, et c'est là ce qui, selon nous, constitue l'un des grands mérites de l'invention,

peuvent être placées, à peu de frais, dans les conditions du n° 91 de l'Est français.

Le foyer fumivore dont il est ici question, n'est basé sur aucun principe nouveau ; la grille inclinée et la grille horizontale mobile, la hotte, le bouilleur ou auvent, le clapet d'admission d'air, tout est connu, mais si judicieusement combiné que l'on reconnait au simple examen du système, qu'il est le résultat d'une étude approfondie des dispositions nombreuses que nous avons passées en revue.

En effet, le charbon qui descend lentement le long de la grille inclinée, est transformé en coke avant d'arriver sur la grille horizontale; une introduction d'air à l'avant est donc superflue. Quant aux gaz qui se dégagent, ils montent le long du bouilleur et sont brûlés par l'air extérieur que l'on fait entrer à volonté dans la boîte à feu au moyen du clapet à ouverture variable disposé au-dessus de la hotte. Le bouilleur, dont la dilatation est libre dans tous les sens, a encore l'avantage d'augmenter la surface de chauffe directe, et depuis un an qu'il est placé, son emploi n'a donné lieu à aucun travail d'entretien.

La consommation de la machine n° 91 à foyer fumivore a constamment diminué ; en novembre 1860, elle n'était plus que de $7^{k},79$ par kilomètre, tandis que celle des machines du même type, faisant le même service, atteignait le chiffre de $12^{k},47$.

Tous les appareils différents dont nous avons essayé de donner une idée portent un tuyau soufflant par lequel on lance la vapeur dans la cheminée pendant les stationnements. Nous avons rassemblé sur la consommation du charbon cru quelques renseignements pratiques qui nous ont paru assez intéressants pour être consignés ici.

RÉSULTATS COMPARATIFS OBTENUS PAR LA COMBUSTION DU COKE ET DU CHARBON CRU SUR DIFFÉRENTES LIGNES DE CHEMINS DE FER.

1. — Machines à voyageurs, système de M. J.-E. Mac Connell (1).
Chemin de fer du North Westhern.
Trains express et trains ordinaires en juin et juillet 1854 (2).

NATURE DU COMBUSTIBLE.	CONSOMMATION MOYENNE PAR TRAIN-KILOMÈTRE.
Charbon.	10 kil.
Coke.	6 9 kil.

2. — Machines à vapeur du système de M. Beaties.
Chemin de fer de London and South Westhern en 1855.

NATURE DU COMBUSTIBLE.	CONSOMMATION MOYENNE PAR TRAIN-KILOMÈTRE	OBSERVATIONS.
Charbon.	K 9 58	Temps calme.
»	10 54	Vent fort
»	10.13	Vent défavorable.
»	13.41	Vent très-fort.
Coke.	9 32	Vent léger.
»	11 03	Vent fort.
»	13.70	Vent très-fort.

(1) Clarck. *Recent pratice in the locomotive engine.*
(2) Composition des trains et conditions de vitesse.

3. — Machines à voyageurs, système de Clarck, 1858.
Chemin de fer de l'Eastern Counties.

NATURE DU COMBUSTIBLE.	CONSOMMATION PAR TRAIN-KILOMÈTRE.
Charbon.	13k,36
Coke.	12k,8

4. — Machines à voyageurs, système Cudworth.
Chemin de fer du South Eastern.
Relevé des consommations du 12 mars au 20 novemb. 1858.
Trains express et trains ordinaires.

NUMÉROS DES MACHINES.	NATURE DU COMBUSTIBLE.	KILOMÈTRES PARCOURUS.	COMBUSTIBLE CONSOMMÉ	
			TOTAL.	PAR TRAIN KILOMÈTRE.
142	Charbon.	37,682	221,792 k	5k,85
36, 134, 139, 140, 147	Coke.	144,758	1,014,679	7k,009

5. — **Machines système Douglas.**
Chemin de fer Birkenhead, Lancashire et Chester Junction.
Quinzaine de la fin de janvier 1859.

NATURE DU COMBUSTIBLE.	CONSOMMATION PAR MACHINE-KILOMÈTRE.	CHARGE RÉELLE DES TRAINS.
MACHINES A VOYAGEURS.		
Charbon (1).	12k,852	
MACHINES A MARCHANDISES.		
Charbon (1).	23k,317	250 tonnes.

6. — **Système Jenkins (2).**
Chemin de fer du Lancastre et Yorshire.
42 machines à voyageurs et 51 machines à marchandises.

SEPTEMBRE 1857.		SEPTEMBRE 1858.		RÉDUCTION DE CONSOMMATION PAR KILOMÈTRE.
Kilomètres parcourus.	Coke consommé par kilomètre.	Kilomètres parcourus.	Houille consommée par kilomètre.	
MACHINES A VOYAGEURS.				
155,780	7 29	175,780	6k,68	0.61
MACHINES A MARCHANDISES.				
173,960	11,29	189,690	10k,41	0.88

(1) Dans cette consommation entre une très-petite partie de coke : soit environ 1/60 pour les machines à voyageurs et 1/35 pour les machines à marchandises.

(2) Noblemaire, *Annales des mines.*

7. — Systèmes Lees (¹).

Chemin de fer de l'East Lancashire.

14 machines à voyageurs.

DÉCEMBRE 1856		DÉCEMBRE 1858.		RÉDUCTION DE CONSOMMATION PAR KILOMÈTRE
Kilomètres parcourus.	Coke consommé par kilomètre	Kilomètres parcourus.	Houille consommée par kilomètre.	
75,505	7k,79	80,540	7k,15	0.64

Avec le système de l'East Counties, l'excès de consommation a été de 0k,50 par kilomètre.

L'État belge qui, lors de la substitution presque complète de la briquette au coke, n'a apporté aucun changement dans le foyer de ses machines, a pu remplacer l'ancien combustible par le nouveau, poids pour poids (²).

Le compte rendu de l'exercice 1859 donne les chiffres moyens de consommation suivants :

Par locomotive-kilomètre. . . 11k,42
Par train kilomètre 12k,12

En France, le chemin de fer du Midi qui a suivi la même voie, mais qui, au lieu de briquettes, emploie de gros charbons de Cardiff, d'Aubin, de la Grand'Combe et de Graissessac, a consommé en moyenne en 1859 :

Par train-kilomètre. . . . 12k,47 (³).

Enfin MM. Chobrzinski et de Marsilly ont publié, dans la 6e livraison de 1858 des *Annales des mines*, une note sur l'emploi de la houille au chemin de fer du Nord, dont toutes les locomotives à marchandises sont alimentées exclusivement avec ce combustible depuis 1857. Nous en extrayons les intéressants résultats qui suivent :

(¹) Noblemaire, *Annales des mines*.

(²) Les proportions de briquettes et de coke consommés par l'État en 1859, ont été d'environ 3/4 de briquettes et 1/4 de coke.

(³) Les proportions de charbon et de coke du chemin du Midi, sont de 10 kil. 09 de houille sur 2 kil. de coke.

ANNÉES.	MACHINES A VOYAGEURS.					MACHINES A MARCHANDISES.					MOYENNE GÉNÉRALE DE CONSOMMATION PAR KILOMÈTRE.
	Parcours en kilomètres.	CONSOMMATION.				Parcours en kilomètres.	CONSOMMATION.				
		HOUILLE.	COKE.	TOTAL.	PAR KILOMÈTRE.		HOUILLE.	COKE.	TOTAL.	PAR KILOMÈTRE.	
		Kil.	Kil.	Kil.	Kil.		Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	
1853.	3,900,675	»	28,780,766	28,780,766	7.4	2,620,793	»	28,013,793	28,013,793	10.7	8.7
1854.	4,319,593	960,072	33,071,238	34,031,310	7.8	3,405,720	1,452,554	41,461,656	42,914,210	12.7	9.9
1855.	4,910,697	5,689,700	34,255,085	39,944,785	8.1	4,220,820	18,748,110	33,695,760	52,443,870	12.4	10.1
1856.	5,258,805	4,317,900	34,294,690	38,612,590	7.5	4,121,704	27,660,710	19,309,930	47,060,640	11.4	9.1
1857.	5,415,496	6,480,590	34,042,070	40,522,660	7.5	4,279,617	43,226,320	5,114,140	48,340,460	11.3	9.15
1858.	5,675,156	5,958,085	37,039,530	42,997,615	7.6	4,884,757	51,250,925	2,192,080	53,443,005	10.9	9.1

Il résulte de ce tableau que la consommation par kilomètre a subi une augmentation dans les premiers temps de l'emploi du charbon cru, en 1854 et 1855 ; qu'elle est revenue ensuite, à peu de chose près, au chiffre de 1853, au fur et à mesure que l'on appliquait les grilles inclinées et peut-être aussi que l'on apprenait à mieux connaître les différentes espèces de charbon dont on pouvait disposer. La diminution part de 1856.

La consommation kilométrique des machines à voyageurs a peu varié : elle a été, dans les deux années extrêmes, de 1853 et 1858, de $7^k,4$ et de $7^k,6$. Il est vrai que la proportion de houille brûlée par les machines à voyageurs n'a jamais dépassé le $^1/_7$ de leur consommation totale.

En ce qui concerne les machines à marchandises, l'on constate une réduction progressive à partir de l'année 1856; le chiffre kilométrique n'est plus, en 1858, que de $10^k,9$, soit deux centièmes de kilogramme seulement plus élevé qu'à l'époque où l'on se servait exclusivement de coke. Il faut remarquer toutefois que la diminution eût été bien plus grande si l'on n'avait dû, pour établir les moyennes générales, tenir compte des moyennes apportées par les machines du système Engerth, dont quelques-unes ont consommé jusqu'à $20^k,6$ de combustible par kilomètre.

Le tableau suivant, qui fournit le résumé de la consommation kilométrique des machines à marchandises par catégorie, éclaire donc mieux la question que celui qui précède.

MACHINES A MARCHANDISES.	1853.	1854.	1855.	1856	1857.	1858.
	K	K.	K.	K.	K.	K
N°s 201 à 274.	10.1	11.2	11.1	9 5	8 8	8.7
» 275 à 338.	14 7	15 8	14.9	12 8	11.8	11.6
» 360 à 399. (Engerth)	»	»	»	16.2	15 6	14.8
» 701 à 710. (Engerth).	»	»	»	17.5	20.6	

Ainsi, comparée à celle de 1853, la consommation kilométrique de 1858 pour 74 locomotives à charbon et briquettes, présente une économie de $1^k,4$, c'est-à-dire 13,87 p. °/₀, et pour 64 machines de $3^k,1$, c'est-à-dire 21 p. °/₀.

Il faudrait, pour tirer une conclusion utile de tous les documents que nous venons de reproduire, posséder des renseignements qu'il nous a été impossible de nous procurer. En effet, la consommation du combustible dans les locomotives dépend non-seulement du système de leurs foyers, mais encore du profil de la ligne sur laquelle elles fonctionnent, du service qu'elles font et enfin de la qualité de charbon qu'elles emploient. Un fait évident ressort cependant de tout ce que nous avons vu, c'est que l'économie due au remplacement du coke par le charbon est moins saisissable pour les machines à voyageurs que pour les machines à marchandises. Certains chemins de fer n'ont constaté aucune différence dans la consommation des deux combustibles ; d'autres, au contraire, ont consommé plus de charbon que de coke, et si quelques-uns ont obtenu, sous le rapport des quantités, un succès qui n'est pas douteux, le nombre en est très-restreint. Il est fâcheux que les essais tentés en Angleterre n'aient pas été mieux dirigés et que l'on se soit borné, pour comparer les deux combustibles, à les brûler souvent dans le même foyer ; chaque fois que l'on a opéré sur des machines différentes, l'une construite pour marcher au coke, l'autre pour utiliser le charbon cru, les expériences ne sont jamais demeurées sans résultats.

Le chemin de fer de l'East Lancashire et celui de Lancastre and Yorkshire, qui ont suivi ce mode, ont économisé sur la consommation de combustible pour les machines à voyageurs : le premier, 8.20 p. c., et le second 8.40 p. c.

Quoi qu'il en soit, si l'on se rappelle que le pouvoir calorifique du coke est de 6000 et celui de la houille et de la briquette de 7000 à 7500, selon leur qualité, on se convaincra que la question de l'emploi du charbon cru dans les locomo-

tives est encore loin d'être résolue. En théorie un kilogramme de coke ne produit pas plus de chaleur que 5/6 à 3/4 de kilogramme de houille, de sorte que l'économie en poids à réaliser par la substitution de celle-ci à celui-là, devrait toujours être comprise entre 17 et 25 p. c. Pour atteindre un pareil résultat, il est indispensable de brûler la fumée. Cette condition est difficile, mais non impossible à remplir. Il existe deux écueils dont il faut se garder : envoyer trop peu d'air dans le foyer, ou en envoyer trop. Dans la première hypothèse, il s'opère une distillation partielle du charbon, les matières volatiles s'échappent intactes dans l'atmosphère sans être brûlées et le coke qui reste sur la grille, au lieu de se transformer en acide carbonique, devient oxide de carbone. Or, le carbone, quand il passe à l'état d'oxyde, ne développant que 1386 calories ([1]) ou unités de chaleur, il en résulte que dans une boîte à feu où l'air affluant à travers les barreaux n'est capable que de transformer le carbone fixe en oxyde, la consommation kilométrique peut s'élever à 4 ou 4 1/2 fois pour le coke et à 5 ou 6 fois pour la houille, ce qu'elle serait dans un foyer irréprochable.

Dans la seconde hypothèse l'air en excès reste intact, refroidit le fire-box, les tubes, et diminue l'effet utile.

Des deux maux, il vaut mieux choisir le dernier parce que, si au point de vue économique il présente les mêmes inconvénients que l'autre, il a l'avantage d'être moins désagréable pour les voisins et pour les voyageurs. Quelques administrations de chemins de fer n'ont même d'autre système fumivore que de laisser pénétrer l'air en abondance dans les foyers de leurs locomotives. Elles donnent des primes aux machinistes qui ne font pas de fumée et imposent des amendes à ceux qui en font trop.

Cette méthode, qui n'est pas une solution, ne vaut guère

([1]) Le pouvoir calorifique du carbone transformé en acide carbonique est de 7170 et celui de l'hydrogène, 34740 (Dulong).

mieux que celle qui consiste à lancer dans le foyer un jet de vapeur. M. Besnier de la Pontonnerie l'a essayé en 1857 aux chemins de fer de l'Eastern Counties et du North London ; la vapeur projetée sur le combustible le noircit et l'on n'obtient la précipitation de la fumée qu'aux dépens d'une consommation énorme de combustible.

MM. Naive et Vallée ont pris récemment un brevet pour l'emploi de l'eau comme combustible auxiliaire dans les locomotives. Quoique leur invention n'ait point principalement pour but de tirer du charbon cru le meilleur parti possible, nous croyons néanmoins utile d'en dire quelques mots.

L'eau étant composée de deux parties d'hydrogène et d'une partie d'oxygène, si on l'injecte, disent les auteurs, *divisée* en quantité *raisonnée* sur un foyer ardent, elle se décompose :

L'oxygène se combine au carbone,
L'hydrogène à l'oxygène de l'air atmosphérique.

De cette décomposition et de cette double combinaison, il résulte un développement considérable de calorique, dû surtout à la combustion de l'hydrogène, dont le pouvoir calorifique, selon Dulong, est de 34601 calories; on prétend que l'économie réalisée est de 33 p. c. en moyenne et que la quantité d'eau pulvérisée en brouillard par la pression, à injecter dans les foyers à vent forcé, doit être de 2 litres 380 à la minute sur une surface d'un mètre carré.

Appliqué à un foyer à coke et dans les conditions que nous venons d'indiquer, ce procédé peut avoir certaines chances de réussite; mais il est clair que, si au lieu d'eau l'on envoyait de la vapeur prise à la chaudière, ce serait une illusion que d'espérer un bon résultat d'une pareille pratique; il suffit pour s'en convaincre de ne pas perdre de vue que dans les locomotives il faut dépenser environ un kilogramme de charbon pour vaporiser 7 kilogrammes d'eau.

On comprend maintenant pourquoi nous avons attaché une

si médiocre importance au système de M. Besnier. Si la vapeur projetée en quantité rationnelle déterminée même par la règle de MM. Naive et Vallée, ne produit qu'une économie contestable, à quelle dépense de combustible ne doit-elle pas entraîner lorsqu'elle est lancée en quantité suffisante pour colorer la fumée et précipiter les parties charbonneuses qu'elle tient en suspension !

L'examen que nous avons fait des principaux changements qui ont été apportés aux foyers des machines locomotives et l'étude des avantages et des inconvénients que chaque système présente, nous permettent maintenant d'établir les règles à suivre dans la construction d'un fire-box destiné à être alimenté par du charbon cru ou de la briquette.

La nécessité de marcher avec un feu très-bas et de consommer dans un temps fort court une grande quantité de charbon qui exige un volume d'air considérable, a conduit à l'adoption d'une grille de grande dimension, peu inclinée, allant parfois jusqu'à deux mètres de longueur; une grande surface de grille a du reste l'avantage d'éviter des chargements fréquents qui refroidissent le foyer en appelant sur la porte ouverte une masse d'air froid.

Quelles que soient les dimensions de la grille, lorsque l'on emploie des houilles très-fumeuses, l'air qui passe à travers les barreaux ne suffit pas pour brûler complétement la fumée, il est indispensable d'en introduire une nouvelle partie au-dessus du charbon, par des ouvertures pratiquées dans les parois du foyer. Les entretoises creuses d'avant de M. Jenkins paraissent remplir très-bien cette condition. L'air ne doit pas être chauffé comme on semble généralement le croire, car les produits gazeux du charbon à leur naissance renferment assez de calorique pour se combiner avec l'oxygène à la température ordinaire ; mais il est nécessaire d'en régler l'entrée dans le fire-box au moyen d'un petit appareil quelconque manœuvré facilement par le machiniste.

Il ne suffit pas d'admettre l'air ; l'oxygène a besoin pour

s'unir avec les gaz, d'être mélangé intimement avec eux. Plus le brassage sera parfait, moins il faudra admettre d'air en excès pour obtenir la fumivorité et le plus grand effet utile possible. On arrive à ce but en établissant dans le fire-box, entre les ouvertures dont il a été question plus haut et la dernière rangée des tubes, une voûte en briques réfractaires, qui s'élève obliquement vers le plafond du foyer. La présence de cet obstacle cause des remous et augmente le parcours que doivent faire les produits de la combustion avant de s'élancer dans les tubes. Quant aux gaz qui se forment à l'arrière, ils montent perpendiculairement et sont peu influencés par le mélange qui s'opère à l'avant, surtout quand le foyer est très-long. Afin d'empêcher qu'ils n'échappent à la combustion, M. Jenkins place également à l'arrière, au niveau du plancher du machiniste, une seconde série d'entretoises creuses, mais cette complication est inutile et nous lui préférons de beaucoup l'auvent en forme de pelle renversée de M. Douglas, qui sert en même temps de porte et permet de diriger selon les besoins l'air réclamé par ce côté du foyer.

Un foyer long, une série d'entretoises creuses pratiquées à l'avant en dessous des tubes, une voûte oblique en briques réfractaires divisant transversalement la boîte à feu, et une porte, en forme de pelle renversée suspendue par une charnière horizontale, telles sont les modifications introduites dans la construction des locomotives qui nous ont paru les mieux raisonnées pour arriver à la solution du problème de la combustion complète de la houille et de la briquette. Il est évident que tous ces appareils ne sont de rigueur que pour les charbons très-fumeux. Pour ceux qui le sont à un moindre degré, la grille peut être moins longue, la voûte plus courte et les entretoises creuses moins nombreuses. Enfin les demi-gras et les houilles maigres, qui par leur nature se rapprochent du coke, ne réclament aucun foyer particulier s'ils ne décrépitent pas et ne s'émiettent pas sous l'action de la

chaleur. Il suffit d'approprier les grilles à l'usage du nouveau combustible que l'on veut brûler.

M. Belpaire, dans la construction de sa machine, semble avoir tiré des règles générales que nous venons d'indiquer les déductions les plus logiques. Le but qu'il s'est proposé étant de brûler des charbons menus maigres ou plutôt demi-gras, il a donné à sa grille une grande surface, il l'a composée de barreaux très-rapprochés, inclinés légèrement à l'avant et terminés par une partie mobile qui bascule autour d'un axe et permet au mécanicien de la débarrasser des scories. Le charbon qu'il emploie produisant peu ou pas de fumée, il a jugé, avec raison, inutile d'introduire de l'air au-dessus de la couche de combustible; les entretoises creuses et la voûte en briques réfractaires n'existent donc pas. La porte, formée de deux battants en fonte remplis de briques réfractaires, est perforée d'un certain nombre de petites ouvertures circulaires qui laissent à l'air accès dans le foyer. Des registres en tôle règlent ou suppriment au besoin l'entrée du fluide.

Afin qu'on puisse apprécier plus facilement les avantages du système, M. Belpaire a appliqué son foyer à un genre de locomotive bien connu. Le type qu'il a choisi est une machine mixte dite de *Wilson*, à quatre roues accouplées, représentée par la fig. 4, pl. XI.

Les cylindres ont un diamètre de 41 centimètres, la course des pistons est de $0^m,56$; le diamètre des roues d'avant est de $1^m,20$ et celui des roues accouplées $1^m,85$. La surface de chauffe directe est de $8^{m2},47$, celles des tubes de $79^{m2},56$, total : $88^{m2},03$. La longueur du foyer est de $1^m,30$, la largeur de $1^m,08$. Le nombre des tubes s'élève à 208, leur longueur est de $3^m,10$ et leur diamètre intérieur de $0^m,04$.

Le poids de la locomotive en ordre de marche est de 29,000 kilogrammes; il est réparti de la manière suivante sur les roues :

Roues d'avant. . .	11,000 k^mes.
Roues du milieu. .	10,500 »
Roues d'arrière . .	7,500 »

La charge sur les roues d'avant est considérable; cependant le poids que supportent les roues accouplées est en rapport avec les cylindres et la surface de chauffe.

Le calcul indique que cette machine marchant avec une vitesse de 40 kilomètres à l'heure, une pression effective de 7 atmosphères et une admission de vapeur pendant les 2/3 de la course, peut remorquer environ 180 tonnes sur une rampe de 5 millimètres.

La fig. 5, pl. XI, est une vue de la machine Belpaire, qui ne diffère de la précédente que par la disposition de son foyer et par son poids.

Le poids de la locomotive en ordre de marche est ainsi distribué sur trois paires de roues :

Essieu d'avant. . .	9,500 k^mes.
Essieu du milieu .	11,400 »
Essieu d'arrière . .	11,100 »
Poids total. . .	32,000 k^mes.

Ce poids est de 3,000 kilogrammes plus fort que celui de la machine Wilson, mais il est mieux réparti. Cependant comme les cylindres ont le même diamètre, l'excédant de poids n'est pas utilisé pour augmenter l'effort de traction. Il n'y a que dans les cas où, par suite de certaines conditions atmosphériques, le coefficient de frottement vient à diminuer, que les 4,500 k^mes en plus, qui reposent sur les roues accouplées, facilitent le travail de la locomotive. Nous aurons à revenir plus tard sur cette surcharge; nous allons décrire maintenant d'une manière détaillée le foyer de la machine, qui, à lui seul, constitue tout le système.

Les figures 1 et 2, pl. XII, nous en donnent les coupes verticale et horizontale.

La longueur du fire-box est de $2^m,41$. Malgré cette grande dimension, qui du reste a été plusieurs fois atteinte en Angleterre, la dilatation ne paraît avoir sur le foyer aucun effet nuisible. Sous la pression d'épreuve, le ciel ne fléchit pas de 1 millimètre.

La grille part du seuil de la porte de chargement, est inclinée de 10/107 et se termine par une partie mobile équilibrée (*a*) que l'on peut faire basculer autour d'un axe horizontal au moyen d'une combinaison de leviers (*bbbb*). Elle a $1^m,12$ de largeur et est formée de barreaux en fonte de 92 millimètres de hauteur sur 7 millimètres d'épaisseur. Sa longueur totale, qui est de $2^m,465$, est divisée en 5 parties dont 4 fixes, de 50 centimètres chacune, et une cinquième mobile de 37 centimètres environ. Une petite table en fonte, de 9 à 10 centimètres de largeur, relie le seuil de la porte aux barreaux longitudinaux, qui s'appuient eux-mêmes sur cinq sommiers transversaux (*ccccc*).

Lorsque l'on brûle des charbons maigres et des demi-gras, l'espace le plus convenable à ménager entre les barreaux a été trouvé de 4 millimètres. Il en est résulté une disposition de grille qui sur $2^{m^2},76$ de surface présente $1^{m^2},756$ de plein et $1^{m^2},004$ de vide. C'est plus qu'il ne faut pour assurer la fumivorité de l'espèce de combustible dont on se sert et obtenir une combustion complète, lorsque la couche de menu est maintenue à l'épaisseur réglementaire de 5 centimètres et que les cendres du charbon ne sont pas collantes.

La distance qui sépare la grille de la première rangée de tubes est de $0^m,40$. Ces derniers, au nombre de 208, ont une longueur de $3^m,10$ et un diamètre intérieur de $0^m,04$.

La surface de chauffe directe est de . .	$9^{m^2},87$
Celle des tubes de.	$79^{m^2},56$
Total . .	$89^{m^2},43$

La porte du foyer (fig. 3, pl. XII) est formée de deux bat-

tants en fonte garnis intérieurement de briques réfractaires percées d'un certain nombre de trous circulaires de 0^m,03 de diamètre (*tttt*). A la partie supérieure de chaque battant, on remarque deux ouvertures rectangulaires (*oo*) que l'on ouvre ou ferme à volonté, à l'aide d'un registre en tôle (R). L'air extérieur que l'on veut laisser pénétrer au-dessus du combustible s'introduit par les ouvreaux (*oo*), se répand dans l'espace K ménagé entre les briques réfractaires et la fonte des battants et de là s'élance dans le fire-box.

Un cendrier fermé de tous côtés, excepté à l'avant, règne sous toute la longueur de la grille fixe, et l'essieu d'arrière est garanti de la chaleur par une enveloppe demi-cylindrique en tôle.

Enfin le tirage nécessaire à la combustion pendant les stationnements est produit par un jet de vapeur lancé dans la cheminée au moyen d'un tuyau en communication avec la chaudière.

Lorsque l'on a à apprécier la valeur d'une disposition nouvelle de foyer de machine fixe, il suffit de rechercher la quantité de charbon que ce foyer est capable de brûler par heure, et le poids d'eau vaporisée par un kilogramme de combustible. L'opération, quelque simple qu'elle paraisse au premier abord, est cependant entourée de causes d'erreurs telles que ce n'est qu'après plusieurs tâtonnements que l'on parvient à des résultats qui se rapprochent sensiblement de la vérité. Les difficultés sont bien plus grandes encore quand on est en présence d'un foyer de locomotive dont le fonctionnement est soumis à des conditions particulières de tirage qui dépendent de la vitesse plus ou moins grande de la machine.

Ainsi la quantité d'eau entraînée par la vapeur ou condensée, constitue un élément fort variable, que l'on n'a pu déterminer jusqu'aujourd'hui d'une manière parfaite. M. de Pambour admet que la quantité d'eau transformée en vapeur équivaut aux 3/4 de l'eau consommée.

M. Bertera, au chemin de fer d'Orléans, a remarqué que

l'eau entraînée ou condensée dans les machines à voyageurs s'élevait à 42 p. c., et dans les machines à marchandises à 52 p. c. de l'eau dépensée.

Dans les expériences faites par M. Lechatelier en 1843-1844 avec la machine *Mulhouse*, ce célèbre ingénieur a constaté que la déperdition d'eau a été en moyenne de 32 p. c., et que la condensation a diminué au fur et à mesure que la détente était moins prolongée.

La moyenne de six expériences faites par MM. Gouin et Lechatelier sur le chemin de fer de Versailles avec la machine à détente fixe *Gironde*, a donné pour la déperdition d'eau, 18 p. c.

Enfin M. Bède croit que la quantité d'eau entraînée ou condensée s'élève en général au tiers du poids de la consommation totale liquide.

La quantité d'eau vaporisée par une chaudière locomotive dépend donc non-seulement du système de foyer et de la qualité du combustible, mais en outre de la détente plus ou moins prolongée, de la vitesse de la machine, de la prise de vapeur, de la position des cylindres, etc., etc.

Il ne pouvait entrer dans les vues de la commission de renouveler à propos de la machine *Belpaire* toutes les expériences qui ont été faites à ce sujet, ni de prendre pour point de départ de son travail des données aussi peu certaines. Elle décida qu'elle tiendrait compte des quantités d'eau vaporisées, mais que, d'après elle, le seul moyen de juger de l'utilité pratique d'une machine était de l'observer en service ordinaire et d'en comparer les résultats avec ceux fournis par une autre machine d'un type analogue.

Nous croyons convenable de reproduire les termes mêmes de sa délibération :

« La commission propose de procéder à une série d'essais
» comparatifs avec la locomotive n° 1 (*locomotive Belpaire*)
» et une autre machine de mêmes formes et dimensions, la
» première alimentée par du charbon menu maigre et la
» seconde au moyen de briquettes.

» Ces essais auraient une durée d'un mois environ, savoir :

» 10 jours avec la locomotive n° 1 remorquant un train » régulier de voyageurs.

» 10 jours avec la même machine remorquant un train » régulier de marchandises.

» 10 jours avec une machine semblable, chauffée aux bri» quettes et employée par moitié durant cette période au » service des voyageurs et des marchandises. »

Les expériences commencèrent le 1er mai et furent continuées les 2, 3, 4, 5, 6, 15, 16, 18 et 19 du même mois. La machine n° 1 (*Belpaire*) fit pendant tout ce temps le service des voyageurs sur la ligne de Bruxelles à Ans.

Le charbon maigre, qui alimentait le foyer, provenait de la couche Sainte-Barbe d'Oignies-Aiseau. Il était composé de grains variant de 0m,006 à 0m,025 de diamètre, et qui contenaient encore, quoique lavés, 7.8 p. c. de cendres. Un morceau du même combustible a donné à l'analyse :

Carbone fixe	80.4
Matières volatiles. . .	16.1
Cendres	3.5
Total. . .	100.»

Le tableau suivant est le résumé de la première série d'essais effectués sous la surveillance des membres de la commission. Nous nous permettons de renvoyer pour les détails à l'annexe n° 1 jointe à notre rapport.

DATES.	PARCOURUS EN KILOMÈTRES.	VOITURES KILOMÈTRES.	CONSOMMATION EN KILOGRAMMES.					
			CHARBON			EAU.		
			Total (a).	Par locomotive-kilomètre.	Par voiture-kilomètre.	Total.	Par kilogramme de charbon.	Par voiture-kilomètre.
1er Mai	216	1,764	1,766	8 16	1. »	12,750	7 22	7 22
2 »	216	3,196	2,371	10.98	0.74	16,250	6.85	5.08
3 »	216	3,321	2,228	10 03	0 67	15,600	7.05	4 69
4 »	216	2,025	1,432	6.06	0 71	10,850	7 58	5.35
5 »	216	2,164	1,453	6 07	0.67	11,650	8.02	5.38
6 »	216	1,959	1,373	6.36	0 67	10,400	7 06	5.30
15 »	216	2,852	1,816	13.20	0.64	13,350	7.35	4.68
16 »	216	3,004	1,734	8. »	0.58	12,850	7.41	4.27
18 »	216	2,788	1,613	7 47	0 58	12.500	7 81	4.48
19 »	216	3,188	1,663	7.80	0.52	12,500	7.52	3.92
	2,160	26,261	17,449	8 07	0 66	128,700	7.37	4.90

Composition moyenne des trains : 12.11 voitures.

(a) Non compris l'allumage.

Le 23 mai, la machine n° 96 (pl. XI, fig. 4) ayant, le foyer excepté, les mêmes formes et dimensions que la machine *Belpaire* et construite comme elle dans les ateliers de Seraing, fut à son tour affectée au service des voyageurs, de Bruxelles à Ans et *vice-versâ*. Les essais durèrent cinq jours et fournirent les renseignements ci-dessous ([1]) :

DATES.	PARCOURS EN KILOMÈTRES.	VOITURES-KILOMÈTRES.	CONSOMMATION EN KILOGRAMMES					
			BRIQUETTES DE CHARBON.			EAU.		
			Total ([2])	par locomotive-kilomètre	par voiture-kilomètre.	Total.	par kilogramme de briquettes.	par voiture-kilomètre.
23 Mai	216	2,700	1,500	6 94	0 56	12,792	8.53	4.73
24 »	216	2,484	1,470	6.81	0 59	11,600	7 89	4.66
25 »	216	2,592	1,500	6.94	0 58	12,740	8.05	4.91
26 »	216	2,390	1,850	8.59	0.55	15,444	8.35	4 55
28 »	216	3,140	1.980	9 01	0 63	16,700	8.44	5.31
	1,080	14,307	8,300	7.68	0.57	69,276	8 34	4.84

([1]) Voir pour les détails l'annexe n° 2
([2]) Non compris l'allumage.

Des deux tableaux comparatifs qui précèdent, il résulte que la différence entre les consommations kilométriques des deux locomotives est de $0^k,39$ en faveur de la machine n° 96; mais que si l'on applique aux combustibles leurs prix respectifs, qui sont de (¹) :

Fr. 6 25 les 1,000 kmes pour les fines braisettes lavées, et de
» 15 id. pour les briquettes,

l'économie en argent réalisée par la locomotive *Belpaire* est de fr. 0.065 par kilomètre.

En effet, tandis que la dépense par machine-kilomètre s'élève à fr. 0.115 pour la locomotive n° 96, elle n'est que de fr. 0.05 pour la machine *Belpaire*. D'un autre côté :

La dépense par voiture-kilomètre pour la machine n° 96 étant de	fr.	0.00855
et pour la machine n° 1	»	0.00412
La différence par voiture kilomètre est de . . .	fr.	0.00443

Admettant donc qu'une locomotive attachée à un train de douze voitures en moyenne ne fournisse par jour de travail que le parcours de 216 kilomètres qui figure dans les deux tableaux et qu'elle fonctionne 250 jours par année, l'économie annuelle obtenue par l'emploi du système proposé par M. Belpaire sera dans les conditions indiquées de :

$$(0.00443 \times 12)\ 216 \times 250 = 2,870 \text{ francs.}$$

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des avantages que présente l'emploi du charbon maigre menu dans les locomotives du système proposé par M. Belpaire; il nous reste à énumérer maintenant les inconvénients que l'observation nous a fait constater.

Parmi les plus sérieux, nous plaçons la difficulté des appro-

(¹) Ces prix sont des moyennes : ils ont été déterminés et admis par la commission dans sa séance du 15 octobre.

visionnements ; le charbon employé est un combustible préparé à la grille et lavé. Nous avons peine à croire que les charbonnages de la Basse-Sambre d'où il provient, consentent à en livrer de grandes quantités sans augmenter considérablement leur prix. Bien plus, plusieurs directeurs nous ont déclaré qu'à aucune condition, ils ne consentiraient à préparer et à vendre des fines braisettes pures : un pareil commerce devant finir par les encombrer de terre houille dont ils ne sauraient comment se débarrasser. Il paraît en outre que le nombre des veines maigres du bassin, propres à l'usage des locomotives, est très-restreint et que si l'on en excepte la couche Sainte-Barbe d'Oignies-Aiseau dont le charbon a servi aux essais, la plupart doivent être rejetées. Une expérience faite avec des fines braisettes provenant de la couche de la Marmite du charbonnage de Tamines, a complétement échoué. Les cendres fusibles se sont logées entre les barreaux de la grille et les ont soudés les uns aux autres, apportant ainsi un obstacle insurmontable au passage de l'air. Cependant rien ne pouvait faire supposer de prime abord que ce charbon composé de :

Carbone	85.8
Matières volatiles . . .	11.5
Cendres	2.7

et qui ne contient pas plus de 2 millièmes de soufre, fût impropre à l'usage auquel on le destinait.

Les fines braisettes d'Oignies-Aiseau elles-mêmes, lorsque l'on n'a pas eu soin de les laver convenablement, exposent le machiniste à de nombreux mécomptes. Pendant l'un des voyages effectués par la commission, la grille s'est chargée d'une telle quantité de mâchefer que la production de vapeur devînt presque nulle et que l'on eût beaucoup de peine à atteindre la station d'Ans. Du reste, la conduite du feu exige des chauffeurs intelligents et zélés qu'il ne faut pas espérer rencontrer toujours. Au départ, lorsque la grille est bien nettoyée, la

pression se maintient avec facilité et les changements sont peu fréquents ; mais au fur et à mesure que l'on s'éloigne, les barreaux se recouvrent de scories qui diminuent la surface d'entrée de l'air et il devient nécessaire d'alimenter le feu par quantité de combustible de plus en plus petite; l'air éprouve une telle résistance à traverser la couche de braisettes accumulées à l'avant, qu'il se précipite à l'arrière, soulève la faible épaisseur de combustible qui s'y trouve, pénètre en abondance dans le fire-box et dans les tubes et les refroidit. C'est alors que le mécanicien est obligé de ménager sa vapeur et que le chauffeur doit redoubler d'efforts et de précautions. L'un des membres de la commission a compté jusqu'à 42 chargements de Bruxelles à Ans, c'est-à-dire, sur un parcours de 108 kilomètres.

Voici d'ailleurs comment s'exprime M. Candèze dans les observations de son procès-verbal du 3 mai (annexe n° 1) :

« Vent du nord très-fort à la montée. Difficulté de main-
» tenir une pression suffisante, le tuyau d'échappement
» étant fermé et la machine marchant presque sans détente,
» chaque coup de décharge soulevait le charbon sur la grille
» et l'attirait vers l'avant où il s'amassait en couche épaisse
» qu'il a fallu à plusieurs reprises ramener au moyen du ra-
» teau. A Landen, on a ouvert la bascule pour faire tomber
» une partie des cendres, mais le temps manquait pour net-
» toyer entièrement la grille. »

Les choses sont loin de se passer sans cesse de cette façon ; mais ce seul exemple a suffi pour convaincre la commission de la difficulté de rendre tout à fait pratique l'emploi du charbon menu maigre et surtout de donner à la marche des trains cette régularité presque mathématique qu'exige un service bien organisé.

Ces considérations et d'autres encore d'un ordre différent engagèrent la commission à s'écarter de son programme et à continuer les expériences avec les trains de marchandises sur une ligne plus accidentée que celle de Bruxelles à Ans. M. Van

Hoegaerden, directeur des chemins de fer de l'Est belge, voulut bien se charger de ces derniers essais, et il fut convenu que les machines n° 1 et n° 96 lui seraient confiées pendant 15 jours chacune.

La commission n'imposa aucune condition à M. Van Hoegaerde : elle le laissa parfaitement libre dans le choix du combustible menu à consommer dans la locomotive *Belpaire* et ne fit d'autre recommandation que de placer autant que possible les deux machines dans les mêmes conditions de service ordinaire. Les expériences eurent lieu sur la ligne de Lodelinsart à Louvain, et furent suivies avec autant de zèle que d'intelligence par MM. les ingénieurs Adolphe et Maurice Urban : le premier, sous-directeur-gérant, et le second, chef de traction de la société de l'Est belge.

Pendant 9 jours, la machine n° 1 fut chauffée avec du charbon menu maigre non lavé d'Amercœur, et pendant 6 jours avec du charbon menu demi-gras de Bonne-Espérance et tels que ces deux charbonnages les livrent au commerce pour l'alimentation des foyers de machine fixe.

D'un autre côté, la machine n° 96 brûla pendant 15 jours un mélange de coke de Monceau-Fontaine et de briquettes de charbon de MM. Gillieaux et Lorent, dans la proportion de 29 de coke pour 71 de briquettes.

L'analyse a donné pour ces différents combustibles la composition moyenne suivante :

Charbon d'Amercœur. — Couches : Cens, Quërelle et Cayelette.

NOMS DES COUCHES.	CARBONE.	MATIÈRES VOLATILES.	CENDRES.	TOTAL.
Cense	81.7	17.»	1.3	100
Quërelle.	85 9	12.3	1 8	100
Cayelette	83.2	15 »	1.8	100

Cendres du menu employé dans les expériences : 13.4 p. °/₀.

Charbon de Bonne-Espérance. — Couches : Grand Vivier, Petit Vivier, Malroquetée et Sept Paumes.

NOMS DES COUCHES.	CARBONE.	MATIÈRES VOLATILES.	CENDRES.	TOTAL.
Grand Vivier . . .	73.8	24.3	1.9	100
Petit Vivier	68.6	27.8	3.6	100
Malroquetée. . . .	70.8	26 6	2 6	100
Sept Paumes . . .	80 5	17.9	1.6	100

Cendres du menu employé dans les expériences : 10 p. °/₀.

Coke de Monceau-Fontaine. — Cendres : 3.5 p. c.
Briquettes de MM. Gillieaux et Lorent :

Carbone	68.2
Matières volatiles. . .	26.1
Cendres	5.7

Les résultats obtenus avec les machines nos 1 et 96, alimentées comme nous venons de l'indiquer, ont été consignés dans les deux tableaux suivants :

Locomotive n° 1.

DATES.	NOMBRE DE KILOMÈTRES PARCOURUS avec les trains.	NOMBRE DE KILOMÈTRES PARCOURUS en manœuvres.	NOMBRE DE VOITURES-KILOMÈTRES	COMBUSTIBLE CONSOMMÉ EN Total. charbon.	COMBUSTIBLE CONSOMMÉ EN moyenne par kilomètre (1).	COMBUSTIBLE CONSOMMÉ EN moyenne par voiture kilomèt.	OBSERVATIONS.
				k.	k.	k.	
11 juin.	127	25.5	1,244	1,400	9 18	1.10	(1) Allumage compris.
12 »	127	22	2,051	1,900	12.75	0 92	
13 »	127	21	1,567	1,900	12.83	1.21	
14 »	124	27 5	1,905	2,200	14.52	1.14	Du 11 au 21, charbon d'Amercœur, menu non lavé. Mâchefer collant. Pression moyenne entre 6 et 7 atmosphères, rarement en dessous de 6.
16 »	127	40	1,656	2,050	13 20	1.23	
17 »	127	23.5	1,632	2.000	13 22	1 22	
19 »	127	27	1,927	1,950	12 66	1.01	
20 »	127	27	2.153	2,000	12 98	0.92	
21 »	127	30	1,500	1,850	11 78	1 23	
22 »	127	31	2,101	2,000	12 65	0.95	
24 »	127	30	2,098	2,300	14.64	1.09	
25 »	127	27	1,883	2,000	12.98	1 06	Du 22 au 28, charbon de Bonne-Espérance, menu non lavé passé au crible de 4 centimètres. Mâchefer peu considérable et non collant. Pression à volonté.
26 »	146	30.5	2,203	2,250	12 74	1.02	
27 »	127	34.5	2.344	2,100	13. »	0.90	
28 »	127	32	1,999	2,200	13 89	1 10	
	1,921	428 5	28,263	30,100	12.81	1.07	
	2,349.5						

Composition moyenne des trains : 18.08 wagons.

Locomotive n° 96.

DATES.	NOMBRE DE KILOMÈTRES PARCOURUS — avec les trains.	NOMBRE DE KILOMÈTRES PARCOURUS — en manœuvres.	NOMBRE DE VOITURES KILOMÈTRES.	COMBUSTIBLE CONSOMMÉ EN — TOTAL. — Coke.	COMBUSTIBLE CONSOMMÉ EN — TOTAL. — Briquettes	COMBUSTIBLE CONSOMMÉ EN — moyenne par kilomètre (1)	COMBUSTIBLE CONSOMMÉ EN — moyenne par voiture-kilomét.	OBSERVATIONS.
3 Juill.	127	27	1,818	630	1,080	11.10	0 94	(1) Allumage compris.
4 »	127	30	1,973	595	1,350	12.38	0 98	
5 »	127	31.5	1,815	595	1,350	12.27	1.07	
6 »	122	27	1,673	455	1,140	10 70	0 95	
7 »	127	30 5	1,899	560	1,320	11 93	0.99	
8 »	127	32	2,253	630	1,440	13.01	0.91	
9 »	127	31	1,382	595	1,350	12.31	1 40	
11 »	127	29.5	1,918	455	1,170	10.38	0 84	
12 »	127	33	1,629	490	1,260	10.93	1.07	
13 »	127	28	1,416	490	1,260	11 29	1.23	
14 »	127	31.5	1,823	455	1,170	10.25	0.89	
15 »	127	27.5	2,301	455	1,170	10 51	0.71	
16 »	127	22	902	455	1,170	10.90	1 80	
17 »	127	26 5	1,863	490	1,260	11.40	0.94	
18 »	127	28	1,722	490	1,260	11.29	1.02	
	1,900	435 »	26,387	7,840	18,750	12 01	1.01	
	2,335			26,590				

Composition moyenne des trains : 17 wagons.

Les expériences entreprises sur la ligne de l'Est belge n'ont fait que démontrer une fois de plus à la commission combien il serait difficile de marcher convenablement si l'on persistait à vouloir se servir exclusivement de charbon maigre. Le charbon d'Amercœur s'est comporté comme les fines braisettes d'Oignies-Aiseau. Le charbon demi-gras, au contraire, a réuni toutes les conditions qu'en général l'on exige d'un bon combustible. Celui de Bonne-Espérance a réussi au delà de toute attente, ses cendres n'ont point collé et il a fourni à volonté la pression dans la chaudière. Le travail du chauffeur est aussi beaucoup simplifié par l'emploi du demi-gras, les chargements sont moins nombreux et l'on peut conserver à la couche de menu plus d'épaisseur qu'avec le charbon maigre qui, sous l'action de la chaleur, ne s'agglutine jamais. Les nettoyages sont également plus rares et plus faciles : à plusieurs reprises, on a fait le voyage de Charleroi à Louvain et *vice-versâ* (130 kilomètres), sans être obligé de se débarrasser des scories. En un mot l'emploi du menu demi-gras dans le foyer de la locomotive *Belpaire* paraît aussi simple que celui du coke ou de la briquette dans les foyers ordinaires.

Au point de vue des approvisionnements, la question se présente sous un aspect très-favorable encore. Les demi-gras propres au chauffage des chaudières sont nombreux, la plupart des mines du bassin de Charleroi en produisent d'énormes quantités. Ils proviennent presque toujours du dégailletage du charbon tout-venant à travers une grille à barreaux espacés de 4 centimètres. Il n'est donc pas probable que la substitution complète du nouveau mode de chauffage à l'ancien puisse avoir pour effet de renchérir cette espèce de combustible, dont l'écoulement, malgré l'énorme consommation qu'en font les grandes villes manufacturières de la Belgique, n'est pas toujours aisé. Quoi qu'il en soit, la lettre suivante que M. l'ingénieur principal du 2e arrondissement des mines a bien voulu, avec son urbanité ordinaire, adresser

à notre rapporteur, rassurera à cet égard les esprits les plus inquiets, et fournira des renseignements précieux à ceux qui feront l'étude des demi-gras propres à l'usage des locomotives du système proposé par M. Belpaire.

N° 2239.

STATISTIQUE.

Réponse à la lettre du 18 octobre 1860.

« Charleroi, le 25 octobre 1860.

» A *M. Smits*, *directeur-gérant des usines* » *de Couillet.*

» Par votre lettre rappelée en marge, vous me demandez de » vous indiquer les veines du bassin carbonifère de l'arrondisse- » ment de Charleroi qui, selon moi, donnent des menus conve- » nables pour l'usage des locomotives du système Belpaire. Satis- » faisant à votre demande, je m'empresse de vous donner ci-après » les renseignements que je possède à cet égard.

BASSIN DU CENTRE ORIENTAL.

Groupe du Nord.

» Désignation et épaisseur en charbon des couches exploitées : » Kiosque, 0m,50 ; du Parc ou d'Haine, 1m,00 ; L'Olive, 0m,80 ; » Ficelle ou Bouton, 0m,50 ; de Derrière ou des Pauvres, 0m,40 ; » Qu'on Have au Mitan, 0m,60 ; Dure Veine, 0m,40 ; la Lustre, » 0m,90 ; Pouilleuse, 0m,40 ; Gigotte, 0m,50 ; Josa ou au Gros, » 0m,45.

» Noms et situation des charbonnages où ces couches sont » exploitées : La Hestre et Haine-Saine-Pierre, à Joliment-lez- » Fayt ; Mariemont et Carnières, à Morlanwelz ; et Bascoup à » Chapelle-lez-Herlaimont.

Groupe du Sud.

» Désignation et épaisseur des couches recoupées : » n° 1, 0m,70 ; n° 2, 0m,65 ; n° 3, 0m,60 ; n° 4, 0m,65 ; » n° 5, 0m,75 ; n° 6, 0m,70 ; n° 7, 0m,90 ; n° 8, 0m,75 ; » n° 9, 0m,55 ; n° 10, 0m,45 ; n° 11, 1m,00 ; n° 12, 0m,55 ; » n° 13, 0m,45 ; n° 14, 0m,80 ; n° 15, 0m,90 ; n° 16, 0m,60.

» Noms et situation des charbonnages où ces couches sont en » partie exploitées :

» Mont-Saint-Aldegonde, à Mont-Saint-Aldegonde; Saint-Éloi, » à Caruières; Bois des Vallées et Piéton-Campagne, à Piéton.

BASSIN DE CHARLEROI.

Groupe du Nord.

» Désignation et épaisseur en charbon des couches exploitées : » Richesse, 0m,80; Reine ou Belle Veine, 0m,80; Branche Sainte-» Barbe, n° 1, 0m,40; id. n° 2, 0m,40; id. n° 3, 0m,40; Plateure, » 0m,80; Sept Paumes, 0m,60; Grande-Veine, 0m,70.

» Noms et situation des charbonnages où ces couches sont » exploitées :

» Courcelles-Nord, Falnuée et Nord de Charleroi, à Courcelles.

Groupe du Centre et du Sud-Est.

» Désignation et épaisseur en charbon des couches exploitées : » Veine à l'Ole, 0m,50; Id. 0m,50; Pisselotte, 0m,80; Cayaut qui » bout, 1m,00; Droit-Jet, 1m,10; Masse, 1m,00; Catula, 0m,50; » Ardinoise ou Serre, 0m,80; Marbeau ou Magrawe, 0m,60; » Folemprise, 0m,70; Veinette ou Petite Aise, 1m,00; Gabrielle ou » Grande Aise, 0m,80; Strapette, 0m,80; Mère des Veines, 0m,60; » Crèvecœur, 0m,60; Engin ou Ronge, 1m,00; Mère-Dieu ou » Coquelet, 0m,50; Noël ou Brosse, 0m,90; Maton ou Cense, 0m,80; » Naye à Bois ou Quërelle, 0m,70; Petit Gros Pierre ou Veine » des Quatre Pauvres, 0m,45; Onze Pauvres, 0m,90; Cinq Pauvres, » 0m,55; Huit Pauvres, 0m,70; Gros Pierre ou Ahurie, 0m,85.

» Noms et situation des charbonnages où ces couches sont » exploitées :

» Nord de Charleroi, à Courcelles; Monceau-Martinet, à Mon-» ceau-sur-Sambre; Bayemont, à Marchienne-au-Pont; Sacré-» Madame, à Dampremy; Charbonnages-Réunis, à Charleroi; » Centre de Gilly, Réunion, à Gilly; Viviers Réunis, à Gilly; » Bonne-Espérance, à Montigny-sur-Sambre; Trieu-Kaisin, à Châ-

» telineau (*a*) ; Gouffre, à Châtelineau ; Amercœur, à Jumet ;
» Bois d'Elville, à Jumet ; Pont de Loup Sud, Carabinier Fran-
» çais, à Châtelet ; Ormont et Bourbier, à Châtelet (*b*).

» L'ingénieur principal du 2e arrondissement
» des mines,

« JOCHAMS. »

(*a*) « Grand-Mambourg-Liége, Poirier ; Marcinelle-Nord, Réunion à Mont
» sur-Marchienne et Saint-Martin, paraissent donner des charbons trop gras.
» Cependant les couches les plus inférieures pourraient produire des char-
» bons propres à l'usage dont il s'agit.

(*b*) » Certaines couches des charbonnages de Masse-Saint-François, Roton,
» Tergnée-Aiseau, Oignies-Aiseau, peuvent également donner des charbons
» propres à cet usage. »

Un des membres de la commission ayant fait observer que le mélange de coke et de briquettes dont on s'est servi à l'Est belge pour alimenter la machine n° 96, était un combustible coûteux et que la comparaison des résultats devait en conséquence conduire à une appréciation erronée, la commission ordonna une dernière série d'essais avec la machine n° 96, et des briquettes fournies par l'administration des chemins de fer de l'État.

En voici le relevé :

DATES.	NOMBRE DE KILOMÈTRES PARCOURUS		COMBUSTIBLE CONSOMMÉ	
	avec les trains	en manœuvres.	Total.	Par kilomètre.
			k.	k.
9 octobre.	188	27	3,243	15.087
10 »	188	24	2,668	12.584
11 »	122	16	2,261	16 384
12 »	122	17	1,809	13.014
13 »	188	24	1,809	12 390
14 »	188	27	3,120	14 516
15 »	188	34	2,758	12.425
16 »	188	20	3,029	14 562
17 »	188	22	3,075	14 642
18 »	122	24	1,809	12 390
19 »	122	23	1,900	13.103
20 »	122	22	1,989	13.812
21 »	188	27	3,165	14.720
22 »	188	16	2,261	11 083
23 »	188	28	2,216	10.259
Totaux. . .	2,424	351	57,112	
Moyenne. .				13.374
	2,775			

L'ingénieur chef de la traction,
M. Urban.

Ce chiffre de $13^k,374$ n'a rien de surprenant ; il était à supposer, en effet, que les briquettes de l'État, qui, dans ce moment, laissaient beaucoup à désirer sous le rapport de la qualité, donneraient lieu à une consommation très-forte et supérieure, dans tous les cas, à celle obtenue précédemment avec le mélange de coke et de briquettes en usage à l'Est belge. Il suffit, pour se rendre bien compte de ce fait contraire à la théorie, que le coke n'entre dans le mélange que pour moins d'un tiers et que les deux combustibles employés concurremment ont été trouvés d'excellente qualité. Le coke de Monceau-Fontaine ne renfermait que $5^k,5$ p. c. de cendres, et les briquettes que $5^k,7$.

Si l'on applique aux consommations de l'Est belge les prix de :

7 fr. les °/₀₀ k^{mes} pour le charbon menu demi-gras,
20 » les °/₀₀ id. pour le coke,
15 » les °/₀₀ id. pour la briquette (¹),

il en résulte que le coût de la consommation en coke et briquettes par train-kilomètre de marchandises remorqué par

la machine n° 96 s'élève à. . . .	fr.	0.197
et celui de la machine Belpaire à.	»	0.089
Différence.	fr.	0.108

Faisant le même calcul dans la supposition que l'on brûle autant de briquette pure que de coke et de briquette mélangés, on aura :

Consommation par train-kilomètre de la machine n° 96,	fr.	0.180
Id. Id de la machine n° 1,	»	0.089
Différence.	fr.	0.091

(¹) Ces prix ont été déterminés et admis par la commission dans sa séance du 5 octobre.

Et pour la voiture-kilomètre :

Machine n° 96, coke et briquette . .	fr.	0.0166
Machine n° 1, charbon menu. . . .	»	0.0075
Différence.	fr.	0.0091

Machine n° 96, briquette.	fr.	0.0152
Machine n° 1, charbon menu. . . .	»	0.0075
Différence.	fr.	0.0077

En supposant donc qu'une locomotive du système proposé par M. Belpaire, attelée à un train de marchandises de 18 wagons, ne fasse par jour qu'un trajet de 156 kilomètres, y compris les manœuvres, l'économie annuelle *minimum* qu'elle réalisera sera de :

$$(0.0077 \times 18)\ 156 \times 250 = 5,405 \text{ francs.}$$

La locomotive n° 1 a été payée par l'administration des chemins de fer de l'État. . . . . fr. 59,416 82
et la locomotive n° 96. . . . . » 57,000 »

Différence en plus. . . . . fr. 2,416 82

S'il fallait transformer la locomotive n° 96 en locomotive du système proposé par M. Belpaire, ce travail exigerait une dépense d'environ fr. 13,000.

De ces données, l'on tirera toutes les conclusions applicables à chaque cas particulier.

Nous avons dit que la machine *Belpaire*, telle qu'elle est construite, pesait 3,000 kilogrammes de plus que la machine *Wilson* du même modèle. Cependant son poids total est bien réparti sur les roues : l'axe d'avant ne porte que 7,500 kilogrammes tandis que l'essieu moteur supporte 11,400 kilogrammes et celui d'arrière 11,000 kilogrammes. Cette répartition presque égale sur les deux paires de roues d'arrière présente, comme on sait, des garanties contre

l'usure trop prompte des rails et des bandages, et permet à la machine de démarrer avec facilité sans pivoter.

Quoi qu'il en soit, le poids de la machine n° 1 pouvant paraître trop considérable eu égard à l'effort que ses cylindres sont susceptibles de développer, la commission a pensé qu'il serait facile de le diminuer sans nuire à l'économie du système. Il suffirait pour cela d'y introduire quelques légères modifications que nous allons indiquer.

La porte du foyer, on le sait, est formée de deux battants en fonte remplis de briques réfractaires perforées ; la commission propose de la remplacer par une simple porte en tôle ou par l'auvent en forme de pelle renversée de M. Douglas, dans l'hypothèse où l'on persisterait à vouloir introduire de l'air au-dessus d'un combustible aussi peu fumeux que le charbon demi-gras.

La grille paraît aussi trop inclinée; en l'abaissant à l'arrière, on augmenterait la surface de chauffe directe, ce qui permettrait de diminuer les dimensions du foyer et d'éviter le tassement du combustible menu qui s'opère à l'avant chaque fois que les barreaux se chargent de mâchefer. Le charbon demi-gras, du reste, ne réclame pas des dimensions de grille aussi grandes que le menu maigre; il brûle mieux lorsque la couche de combustible a une certaine épaisseur. La commission pense même que, dans l'avenir, il est possible que l'on ne s'en tienne ni au menu maigre, ni au menu demi-gras, et que des expériences nouvelles faites avec le demi-gras tout venant, c'est-à-dire contenant de 10 à 40 p. c. de gros, viennent prouver que ce dernier combustible est réellement le plus économique et le plus avantageux sous tous les rapports.

Le foyer de la machine n° 1 est fumivore et met les voyageurs à l'abri de ces torrents de fumée qui les asphyxient trop souvent ; la quantité de menu emportée par le tirage est insignifiante ; arrivé dans la boîte à fumée, il s'éteint. Les chances d'incendie ne sont donc pas à craindre. Quant aux

tubes, ils se conservent aussi bien qu'avec les briquettes, et les frais d'entretien des grilles ne sont pas assez sérieux pour exiger une mention spéciale.

Nous terminerons notre rapport en reproduisant mot pour mot un paragraphe du procès-verbal de notre séance du 21 août, à la suite duquel l'administration du chemin de fer de l'État a commandé aux établissements industriels du pays trois machines à voyageurs et quatre machines à marchandises sur lesquelles il nous restera plus tard à poursuivre nos expériences.

« La commission aborde ensuite la question de savoir s'il
» ne conviendrait pas de donner à l'emploi du charbon cru
» une extension plus grande que celle dont fait mention le
» procès-verbal de la dernière séance et qui soit en rapport
» avec l'importance du sujet.

» Les résultats acquis autorisent à réclamer cette exten-
» sion.

» Pour les rendre décisifs, il importe qu'ils soient consa-
» crés par une large expérimentation et soient appliqués
» aussi bien au service des voyageurs qu'à la traction des
» marchandises. Ce n'est du reste qu'en divisant sur plusieurs
» lignes le service des nouvelles machines et en l'appliquant
» simultanément que l'on pourra compléter la connaissance
» si essentielle des divers charbons que le pays peut fournir.

» A la vérité, la machine n° 1 fonctionne, mais il faut bien
» remarquer qu'avec une seule machine à voyageurs, les
» essais dureront fort longtemps et que l'on risque de
» perdre un temps précieux. Le problème ne présente-t-il
» pas d'ailleurs pour le trésor un intérêt suffisant?

» En conséquence, la commission croit devoir engager
» M. le Ministre des travaux publics à faire construire cinq
» machines, indépendamment des deux machines déjà de-
» mandées. Elle estime que le nombre des locomotives à
» marchandises devrait être de quatre ; de sorte que le nom-
» bre de locomotives à voyageurs serait de quatre y compris
» celle qui fonctionne en ce moment. »

En résumé la commission est d'avis que le système proposé par M. Belpaire est destiné à apporter d'heureuses modifications dans le mode de chauffage aujourd'hui en vigueur sur la plupart des chemins de fer et qu'il deviendra, dans un temps rapproché, un titre de considération de plus pour le pays, pour l'ingénieur qui en a provoqué l'emploi et pour le ministre intelligent qui l'aura patronné.

S. Sabatier, *président.*
A. Van Hoegaerde, *membre.*
H. Brialmont, *id.*
Eug. Smits, *rapporteur* (1).

(1) Depuis la présentation du rapport ci-dessus, l'administration du chemin de fer de l'État a reçu communication des résultats d'une expérience faite avec la machine *Belpaire* sur les lignes de la compagnie du Nord (France). La machine a fourni sur ces lignes un parcours régulier de 2,142 kilomètres.

Voici dans quels termes M Petiet, ingénieur en chef du matériel de la compagnie du Nord, rend compte de cette expérience :

« Monsieur le directeur général,

» La machine du système de M. Belpaire a été renvoyée en Belgique après » les essais faits sur la ligne du Nord, d'après votre demande; les résultats en » ont été concluants pour l'emploi des charbons menus et maigres dans le ser- » vice de la traction.

» Je vous remercie de m'avoir mis à même de faire cette intéressante expé- » rience. »

Cet avis d'un homme aussi compétent que M. Petiet confirme pleinement les conclusions du rapport que nous venons de reproduire et démontre, en outre, que les avantages du système Belpaire se maintiennent sous les conditions les plus différentes de parcours.

JOURNÉE DU 1er MAI 1860.

Locomotive n° 1.—Machiniste : Leplat.—Chauffeur : Ross.

Chemins de fer de l'État.

Allumage à 3 heures. { 140 kil. briquettes. 70 » bois.

STATIONS.	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles.	Heures d'arrivée obligées	Heures d'arrivée réelles.	STATIONNEMENTS.	NOMBRE DE VOITURES	INDICATIONS DU MANOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
			TRAIN N° 25.					Arrêts aux stations intermédiaires.
Bruxelles . .	6.45	6 45				13	6 à 7	Train n° 25. 8. — Train n° 32. 0.
Malines. . .	7.20	7.19	7.15	7.14	5	»	»	
Louvain . . .	8.05	8. »	8. »	7.56	4	»	»	
Tirlemont . .	8.33	8 32	8.30	8.28	4	»	»	
Landen. . . .	8 57	9. »	8 52	8.55	5	10	»	État atmosphérique :
Ans.			9 48	9 59		»	»	Vent du nord très-violent.
			TRAIN N° 32.					
Ans.	12.55	12.56				6	6	
Landen. . . .	1 35	1.34		1 32	2	»	»	
Tirlemont . .	1.55	1.54		1.52	2	»	»	
Louvain . . .	2.20	2 18		2.16	2	»	»	
Malines . . .	2.55	2.50	2 50	2.44	6	5	»	
Bruxelles. . .			3.20	3 17		»	»	

Combustible pris au départ . . . . . 1,794 kil. charb. lavé.
» restant à l'arrivée . . . 28 » Consom. 1,766 kil.
Eau d'alimentation . . . . 12,750 lit. Rapport 7,22 : 1.
Résidus retirés du foyer. . . . . . . 105 kil.
id. de la boîte à fumée . 30 »
Voitures-kilomètres remorquées. . . 1,764
Kilomètres de parcours. 216
Rapport de la consommation au travail. 8.16 kil. par kilom.
1.00 » par voit. kilomèt.

Bruxellles, le 1er mai 1860.

L'ingénieur,
CANDÈZE.

JOURNÉE DU 2 MAI 1860

Locomotive n° 1.—Machiniste : Leplat.—Chauffeur : Ross.

Chemins de fer de l'État.

Allumage à 10 heures. { 140 kil. briquettes. 70 » bois.

STATIONS.	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles.	Heures d'arrivée obligées	Heures d'arrivée réelles.	STATIONNEMENTS	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATIONS DU MANOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
TRAIN N° 29.								Arrêts aux stations intermédiaires.
Bruxelles . .	1.15	1.15				18	7	Train n° 29 7. — Train n° 36. 8
Malines. . . .	1.50	1.55	1.45	1.55	10	20	»	État atmosphérique :
Louvain . . .	2 50	2.45	2 30	2.39	4	»	6	Vent du nord très-violent pendant la montée — moins fort au retour.
Tirlemont. .	3. »	3.15	3. »	3.10	5	19	5	
Landen . . .	3 20	3.40	3.17	3 35	5	17	»	
Ans			4.15	4.32		»	6	Pris à Ans 4 fagots et 50 kilogs de briquettes pour activer la remise en pression de la machine, après le nettoyage de la grille.
TRAIN N° 36.								
Ans.	6.13	6.11				11	6 à 7	
Landen . . .	7 10	7.05	7 05	7. »	5	»	»	
Tirlemont.	7.30	7 26	7.30	7 22	4	»	»	
Louvain . . .	8 »	7.56	8. »	7 52	4	»	»	
Malines. . . .	8.40	8 30	8 35	8 33	4	»	»	
Bruxelles . .			9.10	9.05	»	»	»	

Combustible pris au départ . . . . . 2,600 k. charb.+50 k. briq. à Ans.
» restant à l'arrivée . . . 279 » Consommat. 2,371 k.
Eau d'alimentation. . . . . 16,250 lit. Rapport 6,85 : 1.
Résidus retirés du foyer. . . . . . . 164 kil.
» » de la boite à fumée . . . . 56 »
Voitures kilomètres remorquées . . . 3,196
Kilomètres de parcours 216
Rapport de la consommation au travail. 10.98 kil. par kilom.
0.74 » par voit. kilom.

Bruxelles, le 2 mai 1860.

L'ingénieur,
CANDÈZE.

JOURNÉE DU 3 MAI 1860.

Locomotive n° 1.—Machiniste : Leplat.—Chauffeur : Ross.

Chemins de fer de l'État.

Allumage à heures. { 140 kil. briquettes. 70 » bois.

STATIONS	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles.	Heures d'arrivée obligées	Heures d'arrivée réelles.	STATIONNEMENTS.	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATIONS DU MANOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
TRAIN N° 29.								Arrêts aux stat intermédᵉ Train n° 29. 7. — Train n° 36. 8.
Bruxelles . .	1.15	1.15				17	7	État atmosphérique : Vᵗ du N. tr -fᵗ à la montée.
Malines . . .	1 50	1.55	1 45	1.43	12	22	6	Difficulté de maintenir une pression suffisante,
Louvain . . .	2.30	2 42	2.30	2 37	5	»	5	le tuyau d'échappement
Tirlemont. .	3. »	3.22	3. »	3.18	4	»	4 à 5	étant fermé et la machine
Landen . . .	3.20	4 »	3 20	3 55	5	15	5	marchant presque sans détente, chaque coup de
Ans			4 15	5. »		»		décharge soulevait le charbon sur la grille et
TRAIN N° 36.								l'attirait vers l'avant, où il s'amassait en couche
Ans	6.15	6.14				12	6 à 7	épaisse qu'il a fallu à plusieurs reprises rame-
Landen . .	7.10	7.06	7.05	7.01	5	»	»	ner au moyen du rateau
Tirlemont.	7 30	7.27	7.30	7 24	3	»	»	A Landen, on a ouvert la bascule, pour faire tom-
Louvain. .	8. »	7.57	8. »	7.53	4	»	»	ber une partie des cen-
Malines . . .	8.40	8.40	8.35	8 35	5	11	»	dres, mais le temps manquait pour nettoyer en-
Bruxelles . .			9 10	9 08		»	»	tièrement la grille.

Combustible pris au départ . . . . . 2,470 kil. charbon.
» restant à l'arrivée . . . 242 » Consomm. 2228 kil.
Eau d'alimentation . . . . 15,600 lit. Rapport 7,05 : 1.
Résidus retirés du foyer . . . . 140 kil.
» » de la boite à fumée . . . . 80 »
Voitures-kilomètres remorquées . . . 3,321
Kilomètres de parcours. 216
Rapport de la consommation au travail. 10.3 kil. par kilom.
0.67 » » par voit. kilom.

Bruxelles, le 3 mai 1860.

L'ingénieur,
CANDÈZE.

JOURNÉE DU 4 MAI 1860.

Locomotive n° 1.—Machiniste : Leplat.—Chauffeur : Ross.

Chemins de fer de l'État.

Allumage à heures. { 140 kil. briquettes. 70 » bois.

STATIONS.	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles	Heures d'arrivée obligées	Heures d'arrivée réelles	STATIONNEMENTS.	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATION DU MANOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
TRAIN N° 25.								Arrêts aux stations intermédiaires. Train n° 25. 8 — Train n° 32. 0. État atmosphérique : Vent du Nord-Est assez vif. — Marche régulière — Vaporisation très-active —Échappement entièrement ouvert. — Détente constante et très forte.
Bruxelles . .	6.45	6.45				9	6 à 7	
Malines . . .	7 20	7.17	7.15	7 13	4	12	»	
Louvain . . .	8 05	8. »	8. »	7.56	4	12	»	
Tirlemont. .	8.35	8.32	8,30	8.28	4	12	»	
Landen . . .	8.57	8.57	8.52	8.52	5	9	»	
Ans			9.48	9 45		»	»	
TRAIN N° 32								
Ans	12.55	12.57				8	6 à 7	
Landen . . .	1.35	1.32	1.35	1.30	2	»	»	
Tirlemont. .	1 50	1 50	1 50	1.47	3	»	»	
Louvain . . .	2.20	2.15	2.20	2 11	4	»	»	
Malines . . .	2 55	2 50	2 50	2 43	7	7	»	
Bruxelles . .			3 20	3 15		»	»	

Combustible pris au départ . . . . . 1,900 kil. charbon.
» restant à l'arrivée. . . . 468 » Consomm. 1432 kil.
Eau d'alimentation . . . . 10,850 lit. Rapport 7,58 : 1.
Résidus retirés du foyer. . . . . . . 120 kil.
» » de la boite à fumée . . . . 37 »
Voitures kilomètres remorquées . . . 2,025
Kilomètres de parcours. 216
Rapport de la consommation au travail. 6.6 kil. par kilom.
0,71 » par voit. kilom.

Bruxelles, le 4 mai 1860.

L'ingénieur,

CANDÈZE.

JOURNÉE DU 5 MAI 1860.

—

Locomotive n° 1. -Machiniste : Leplat.—Chauffeur : Ross.

Chemins de fer de l'État.

—

Allumage à heures. { 140 kil. briquettes. 70 » bois.

STATIONS.	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles.	Heures d'arrivée obligées	Heures d'arrivée réelles.	STATIONNEMENTS.	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATION DU MANOMÈTRE	OBSERVATIONS.
			TRAIN N° 25.					Arrêts aux stations intermédiaires.
Bruxelles . .	6 45	6.45				1.3	6 à 7	Train n° 25 8. — Train n° 32.0.
Malines . .	7 20	7.18	7.15	7.13	5	»	»	État atmosphérique :
Louvain. . .	8.05	8. »	8 »	7 56	4	»	»	
Tirlemont. .	8.35	8.33	8 30	8 28	5	»	»	Beau temps. Vent du nord léger.
Landen . . .	8 57	8.57	8 52	8.53	4	»	»	La grille a été nettoyée, moitié à Tirlemont, moitié à Landen, pendant les stationnements.
Ans			9.48	9 48		»	»	
			TRAIN N° 32.					
Ans	12.55	12.57				7	6 à 7	
Landen . . .	1.35	1.36	1 35	1.34	2	»	»	
Tirlemont. .	1.55	1 55	1 55	1 52	3	»	»	
Louvain. . .	2 20	2.23	2 20	2 20	3	8	»	
Malines . . .	2 55	2.52	2.50	2 49	3	6	»	
Bruxelles . .			3 20	3 15		»	»	

Combustible pris au départ. . . . . 1,700 kil. charbon.
Id. restant à l'arrivée . . . 257 » Consomm. 1,453 kil.
Eau d'alimentation . . . . 11,650 lit. Rapport 8.01 : 1.
Résidus retirés du foyer . . . . . . »
Id. Id. de la boîte à fumée . . »
Voitures kilomètres remorquées. . . 2,164
Kilomètres de parcours. 216
Rapport de la consommation au travail. 6.7 kil. par kilom.
0.67 » par voit. kilom.

Bruxelles, le 5 mai 1860.

L'ingénieur,

Candèze.

JOURNÉE DU 3 MAI 1860.

Locomotive n° 1.—Machiniste : Leplat.—Chauffeur : Ross.

Chemins de fer de l'État.

Allumage à 4 heures. { 170 kil. briquettes.
70 » bois.

STATIONS.	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles.	Heures d'arrivée obligées	Heures d'arrivée réelles.	STATIONNEMENTS.	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATION DU MANOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
TRAIN N° 25.								Arrêts aux stations intermédiaires.
Bruxelles.	6.48	6 45				10	6 à 7 atmosphères.	Trains n° 25. 8. — Train n° 32. 0.
Malines. . .	7.20	7.18	7.15	7.13	5	12		État atmosphérique :
Louvain. . .	8.05	8 01	8 05	7.58	3	12		Beau temps — Vent N.-N.-E. très-fort.
Tirlemont .	8 35	8.32	8.35	8 29	3	12		Eau vaporisée par kilog. de combustible 7.6 kilog.
Landen . .	8 57	8.56	8.52	8 52	4	11		Vaporisation active sans nettoyage en route. — Echappement ouvert — Détente très-forte.
Ans.			9 48	9.46		11		
TRAIN N° 32.								
Ans.	12.55	12.56	»	»	»	7		
Landen. . .	1.35	1 36	1.35	1.34	2	7		
Tirlemont .	1.55	1.54	1.55	1.52	2	7		
Louvain . .	2.20	2.18	2 20	2 15	3	7		
Malines. . .	2 55	2.50	2.50	2.43	7	6		
Bruxelles .			3.20	3.16		6		

Combustible pris au départ.	1,800 kil.	} Consomm. 1,373 kil.
Id. restant à l'arrivée . . .	427 »	
Eau d'alimentation consommée . . .	10,400 lit.	
Résidus retirés du foyer.	131 kil.	
Id. Id. de la boîte à fumée. .	40 »	
Voitures-kilomètres remorquées. . .	1,959	
Kilomètres de parcours.	216	
Rapport de la consommation au travail.		6.36 kil. par kilom.
		0.7 » par voit. kilom.

Bruxelles, le 6 mai 1860.

Le secrétaire.
WITTMANN.

JOURNÉE DU 15 MAI 1860.

—

Locomotive n° 1.—Machiniste : Leplat.—Chauffeur : Ross.

Chemins de fer de l'État.

—

Allumage à 9 heures. { 140 kil. briquettes. 70 » bois.

STATIONS.	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles.	STATIONNEMENTS.	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATION DU MANOMÈTRE.	OBSERVATIONS
TRAIN N° 29.						Arrêts aux stations intermédiaires. Train n° 29 6. — Train n° 36. 7.
Bruxelles	1.15	1.15		14	7	État atmosphérique :
Malines	1.50	1.46	6	»	»	
Louvain	2.30	2.29	7	13	»	Beau temps au départ.
Tirlemont . . .	3.»	3.»	5	»	»	Au retour, vent sud-ouest assez violent.
Landen	3 20	3.24	7	»	»	
Waremme. . . .	3.40	3.44	2	»	»	Orage et pluie entre Tirlemont et Bruxelles.
Ans (arrivée). .	4.15	4 13		»	»	Marche très-régulière. Vaporisation active, pression constante entre 6 et 7 atmosphères.
TRAIN N° 36.						
Ans	6.13	6.13		13	7	
Waremme. . . .	6.45	6 40	2	»	»	
Landen	7.10	7.04	4	»	»	
Tirlemont . . .	7.30	7 24	4	»	»	
Louvain	8.»	7.54	4	»	»	
Malines	8.40	8 40	6	»	»	
Bruxelles (arriv.)	9.10	9 03		»	»	

Combustible pris au départ. . . . 2,000 k. charb.—5 p. c. d'eau=1,900.
Id. restant à l'arrivée. . 84 » Consomm. 1,816 kil.
Eau d'alimentation. . . . . 13,350 lit. Rapport 7,35 : 1.
Résidus retirés du foyer . . . . . »
Id. Id. de la boîte à fumée. »
Voitures-kilomètres remorquées. 2,852
Kilomètres de parcours 216
Rapport de la consommation au travail. 0.64 kil. par voit. kilom.
13,20 » par kilom.

Bruxelles, le 15 mai 1860.

L'ingénieur,

CANDÈZE.

JOURNÉE DU 16 MAI 1860.

Locomotive n° 1.—Machiniste : Leplat.—Chauffeur : Ross.

Chemins de fer de l'État.

Allumage à 10 heures. { 140 kil. briquettes. 70 » bois.

STATIONS.	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles.	STATIONNEMENTS.	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATION DU MANOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
TRAIN N° 29.						Arrêts aux stations intermédiaires
Bruxelles	1.15	1.18		14	7	Train n° 29. 6 — Train n° 36. 7
Malines	1.50	1.52	7	15	»	État atmosphérique :
Louvain.	2.30	2 32	5	»	»	Beau temps — Vent du sud léger.
Tirlemont . . .	3. »	3.04	8	»	»	Marche régulière. — Vaporisation très-active, pression constante à 7 atmosphères
Landen	3 20	3.23	5	»	»	
Waremme . .	3.40	3 42	2	»	»	
Ans (arrivée) .	4.15	4 08		»	»	
TRAIN N° 36.						
Ans	6.15	6.14		13	6 à 7	
Waremme . .	6 45	6 41	1	»	»	
Landen	7 10	7.10	2	»	»	
Tirlemont . . .	7 30	7.29	2	»	»	
Louvain	8. »	7.57	3	»	»	
Malines	8.40	8.37	5	»	»	
Bruxelles(arriv)	9.10	9.05		»	»	

Combustible pris au départ. . . . 2,100 k. charb.— 5 p. c. d'eau = 2,000.
Id. restant à l'arrivée. . 266 » Consomm. 1,734 kil.
Eau d'alimentation. . . . . 12,850 lit. Rapport 7.41 : 1.
Résidus retirés du foyer . . . . . »
Id. Id. de la boîte à fumée. »
Voitures-kilomètres remorquées. . 3,004
Kilomètres de parcours 216
Rapport de la consommation au travail : 0.58 Kil. par voiture kilomètre.
8.00 » par kilomètre.

Bruxelles, le 16 mai 1860.

L'ingénieur,

CANDÈZE.

JOURNÉE DU 18 MAI 1860.

Locomotive n° 1.—Machiniste : Leplat.—Chauffeur : Ross.

Chemins de fer de l'État.

Allumage à 9 h. 30. { 140 kil. briquettes. / 70 » bois.

STATIONS.	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles.	STATIONNEMENTS.	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATION DU MANOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
		TRAIN N° 29.				Arrêts aux stations intermédiaires.
Bruxelles	1.15	1 15		13	6 à 7	Train n° 29. 6. — Train n° 36 7.
Malines	1 50	1.48	6	»	»	Etat atmosphérique :
Louvain	2 30	2.27	3	»	»	
Tirlemont	3. »	2.57	4	»	»	Beau temps. Vent du sud assez violent
Landen	3.20	3.19	4	»	»	Marche très-régulière.—Vaporisation vive — Pression constamment à six atmosphères et au delà.
Waremme	3.40	3.39	3	»	»	
Ans (arrivée)	4.15	4 06		»	»	
		TRAIN N° 36.				
Ans	6 13	6.19		13	6 à 7	
Waremme	6.45	6.45	1	»	»	
Landen	7.10	7.07	3	»	»	
Tirlemont	7.30	7.25	3	»	»	
Louvain	8. »	7.55	5	»	»	
Malines	8.40	8.40	10	12	»	
Bruxelles (arrv.)	9 10	9.09		»	»	

Combustible pris au départ . . . 2,100 kil. charb.—5 p. c. d'eau=2,000.
» restant à l'arrivée. . 387 » Consommation=1,613 kil.
Eau d'alimentation . . . . 12,500 lit. Rapport =7.81 : 1.
Résidus retirés du foyer . . . . . »
Id. Id. de la boîte à fumée. 60 kil.
Voitures-kilomètres remorquées. 2,788 »
Kilomètres de parcours. 216
Rapport de la consommation au travail. 0.58 kil. par voiture kilomètre.
7.47 » par kilomètre.

Bruxelles, le 18 mai 1860.

L'ingénieur,

CANDÈZE.

JOURNÉE DU 19 MAI 1860.

Locomotive n° 1.—Machiniste : Leplat.—Chauffeur : Ross.

Chemins de fer de l'État

Allumage à 10 heures. { 140 kil. briquettes. 70 » bois.

STATIONS.	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles	STATIONNEMENTS.	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATION DU MANOMÈTRE	OBSERVATIONS.
TRAIN N° 29.						Arrêts aux stations intermédiaires.
Bruxelles. . . .	1.15	1 17		13	7	Train n° 29. 6. — Train n° 36. 7.
Malines	1.50	1.50	6	15	»	État atmosphérique :
Louvain.	2.30	2.30	6	»	»	Temps couvert — Peu de vent.
Tirlemont. . . .	3. »	3. »	4	»	»	
Landen	3 20	3 23	5	14	»	Marche régulière. — Vaporisation très-active. — Pression presque constante à 7 atmosphères.
Waremme . . .	3.40	3.42	2	»	»	
Ans (arrivée). .	4.15	4 08		»	»	
TRAIN N° 36.						
Ans	6.13	6.20		19	»	
Waremme . . .	6.45	6.48	3	16	»	
Landen	7.10	7 09	3	»	»	
Tirlemont . . .	7.30	7.26	3	14	»	
Louvain.	8. »	7.57	5	»	»	
Malines	8.40	8.36	5	13	»	
Bruxelles (arr.).	9.10	9 04		»	»	

Combustible pris au départ . . . 2,100 kil. charb.—5 p. c. d'eau=2,000.
Id. restant à l'arrivée. . 337 » Consommation=1,663 kil.
Eau d'alimentation . . . . 12,500 lit. Rapport =7.52 : 1.
Résidus retirés du foyer. . . . . »
Id. Id. de la boîte à fumée 52 kil.
Voitures-kilomètres remorquées. 3,188
Kilomètres de parcours 216
Rapport de la consommation au travail. 0.52 kil. par voiture kilomètre.
7.80 » par kilomètre.

Bruxelles, le 19 mai 1860.

L'ingénieur,

CANDÈZE.

ANNEXE N° 2.

JOURNÉE DU 23 MAI 1860.

Locomotive n° 96.—Machiniste : Denagre.—Chauffeur : Lammers.

Chemins de fer de l'État.

Allumage à 10 heures. { 140 kil. briquettes. 70 » bois.

STATIONS.	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles.	STATIONNEMENTS.	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATION DU MANOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
	TRAIN N° 29.					Arrêts aux stations intermédiaires.
Bruxelles	1.15	1.25		14	6 à 7	Train n° 29. 6. — Train n° 36. 7.
Malines	1 50	1.56	6	»	»	État atmosphérique :
Louvain.	2.30	2.40	7	»	»	
Tirlemont. . . .	3. »	3 10	5	»	»	Beau temps. — Vent du sud léger.
Landen	3.20	3.31	5	»	»	Retard de 10' au départ de Bruxelles, causé par le bris d'un tirant d'attache de voiture.
Waremme. . . .	3 40	3.50	1	»	»	
Ans (arrivée) . .	4 15	4.16		»	»	Marche régulière. — Vaporisation active et constante.
	TRAIN N° 36.					
Ans	6.13	6.15		11	»	
Waremme. . . .	6.45	6.4	1	»	»	
Landen	7.10	7.07	4	»	»	
Tirlemont. . . .	7 30	7.27	4	»	»	
Louvain.	8. »	7 58	6	»	»	
Malines	8.40	8.40	5	»	»	
Bruxelles (arr.).	9.10	9.07		»	»	

Combustible pris au départ. . . .	1,700 kil. briquettes.	
Id. restant à l'arrivée. .	200 »	Consommation 1,500 kil.
Eau d'alimentation	12,792 lit.	Rapport : 8.53 : 1.
Résidus retirés du foyer.	»	
Id. Id. de la boîte à fumée	»	
Voitures kilomètres remorquées.	2,700	Consomm. 0.56 par voit. kilom.
Kilomètres de parcours	216	Id. 6.94 par kilomètre.

Bruxelles, le 23 mai 1860.

L'ingénieur,

CANDÈZE.

JOURNÉE DU 24 MAI 1860.

Chemins de fer de l'État.

Locomotive n° 96.—Machiniste : Denagre.—Chauffeur : Lammers.

Allumage à 10 heures. { 140 kil. briquettes. 70 » bois.

STATIONS.	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles.	STATIONNEMENTS	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATION DU MANOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
TRAIN N° 29.						Arrêts aux stations intermédiaires :
Bruxelles	1 15	1.20		12	6 à 7	Train n° 29. 6. — Train n° 36 7.
Malines	1.50	1 50	4	»	»	État atmosphérique :
Louvain	2.30	2.33	3	»	»	
Tirlemont. . . .	3. »	3.04	5	»	»	Beau temps.
Landen	3.20	3.26	6	»	»	Marche régulière. — Vaporisation active et constante.
Waremme . . .	3.40	3.45	1	»	»	
Ans (arrivée) . .	4 15	4.12		»	»	
TRAIN N° 29.						
Ans	6 13	6.16		11	6 à 7	
Waremme . . .	6 45	6.45	1	»	»	
Landen	7.10	7.09	4	»	»	
Tirlemont . . .	7 30	7 28	3	»	»	
Louvain	8. »	7 59	4	»	»	
Malines	8.40	8 45	10	»	»	
Bruxelles arr).	9.10	9.11		»	»	

Combustible pris au départ . . . 1.700 kil. briquettes.
Id. restant à l'arrivée. 230 » Consommation 1,470 kil.
Eau d'alimentation. . . . . . . 11,600 lit. Rapport = 7.89 : 1.
Résidus retirés du foyer. . . . . 36 kil.
Id. Id. de la boîte à fumée »
Voitures kilomètres remorquées 2,484 Consomm. kil. 0.59 par voit. kil^{m}.
Kilomètres de parcours . . . . 216 Id. » 6.81 par kilomètre.

Bruxelles, le 24 mai 1860.

L'ingénieur,
CANDÈZE.

JOURNÉE DU 25 MAI 1860.

Locomotive n° 96. Machiniste : Denagre.—Chauffeur : Lammers.

Chemins de fer de l'État.

Allumage à 10 heures. { 140 kil. briquettes. 70 » bois.

STATIONS	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles	STATIONNEMENTS.	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATION DU MANOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
TRAIN N° 29.						Arrêts aux stations intermédiaires.
Bruxelles . . .	1.15	1.17		13	7	Train n° 29. 6. — Train n° 36. 7.
Malines	1.50	1 50	6	»	»	État atmosphérique :
Louvain.	2.30	2.32	5	»	»	
Tirlemont . . .	3. »	3 04	5	»	»	Beau temps.
Landen	3 20	3.27	5	12	»	Marche très-régulière. — Vaporisation active et soutenue.
Waremme . . .	3.40	3 46	1	»	»	
Ans (arrivée) . .	4.15	3 14		»	»	
TRAIN N° 36.						
Ans	6.13	6.16		11	7	
Waremme. . .	6.45	6 42	2	»	»	
Landen	7.10	7.07	4	»	»	
Tirlemont. . . .	7 30	7.26	3	»	»	
Louvain.	8. »	7 56	4	»	»	
Malines	8.40	8.37	7	»	»	
Bruxelles (arr.).	9.10	9.05		»	»	

Combustible pris au départ. . .	1,700 kil. briquettes.		
Id. restant à l'arrivée.	200 »	Consommation	1,500 kil.
Eau d'alimentation.	12,740 lit.	Rapport	8.5 : 1.
Résidus retirés du foyer.	»		
Id. Id. de la boîte à fumée	»		
Voitures kilomètres remorquées.	2,592	Consomm. kil.	0.58 par voit. kil^{m}.
Kilomètres de parcours.	216	Id. »	6.94 par kilomètre.

Bruxelles, le 25 mai 1860.

L'ingénieur,

CANDÈZE.

JOURNÉE DU 26 MAI 1860.

Locomot. n° 96.—Machin. : Denagre.—Chauff. : Lammers.

Chemins de fer de l'État.

STATIONS	Heures de départ obligées	Heures de départ réelles.	STATIONNEMENTS.	NOMBRE DE VOITURES	INDICATION DU MANOMÈTRE	OBSERVATIONS
		TRAIN N° 29.				Arrêts aux stations intermédiaires.
Bruxelles	1.15	1.18		12	7	Train n° 29. 6. — Train n° 36. 7.
Malines	1.30	1.30	6	13	»	État atmosphérique :
Louvain.	2 30	2.35	5	12	»	Vent du sud violent. — Pluie, orage. Marche régulière. — Vaporisation active et continue. — Au retour, retard causé par le vent et la charge.
Tirlemont. . . .	3. »	3 03	3	»	»	
Landen	3 20	3.25	5	»	»	
Waremme . . .	3.40	3.45	1	»	»	
Ans	4 15	4 15		»	»	
		TRAIN N° 36.				
Ans	6 15	6.33		21	7	
Malines	6 45	7.10	3	16	»	
Louvain.	7.10	7.36	5	19	»	
Tirlemont. . . .	7.30	8.04	4	16	»	
Louvain.	8 »	8.35	5	»	»	
Malines	8 40	9.20	5	»	»	
Bruxelles	9.10	9 57		»	»	

Combustible pris au départ. . . 1,900 kil. briquettes.
Id. restant à l'arrivée. 50 » Consommation 1,850 kil.
Eau de consommation . . . . . 15,444 lit. Rapport 8.35 : 1.
Résidus retirés du foyer. . . . . »
Id. Id. de la boîte à fumée »
Voitures-kilomètres remorquées 3,390 Consomm. kil. 0.55 par voit. kil^m.
Kilomètres de parcours. . . . . 216 Id. » 8.59 par kilomètre.

Bruxelles, le 26 mai 1860.

L'ingénieur,

CANDÈZE.

JOURNÉE DU 28 MAI 1860

Chemins de fer de l'État.

Locomot. n° 96.—Machin. : Denagre.—Chauff. : Lammers.

Allumage à 10 heures. { 140 kil. briquettes. 70 » bois.

STATIONS.	Heures de départ obligées	réelles.	STATIONNEMENTS	NOMBRE DE VOITURES.	INDICATION DU MANOMÈTRE.	OBSERVATIONS.
TRAIN N° 29.						Arrêts aux stations intermédiaires :
Bruxelles	1.15	1 15		15	7	Train n° 29. 6. — Train n° 36. 7.
Malines	1.50	1 50	5	»	»	État atmosphérique :
Louvain.	2.30	2 32	4	»	»	Vent du sud-ouest très-violent. — Rafales de pluie.—Orage et bourrasque de grêle entre Tirlemont et Malines.
Tirlemont. . . .	3. »	3.03	3	»	»	
Landen	3.20	3 24	3	14	»	
Waremme . . .	3.40	3,45	2	»	»	
Ans	4 15	4 16		»	»	
TRAIN N° 36.						
Ans	6 15	6.28		13	7	
Waremme . . .	6.45	6.58	1	»	»	
Landen	7 10	7 18	2	»	»	
Tirlemont . . .	7.30	7 38	3	14	»	
Louvain	8. »	8.15	10	16	»	
Malines	8.40	9 02	5	»	»	
Bruxelles	9.10	9.35		»	»	

Combustible pris au départ. . .	1,900 kil. briquettes. Pris 80 k. à Malines.	
Id, restant à l'arrivée .	» »	Consommation 1,980 kil.
Eau d'alimentation.	16,700 lit.	Rapport 8.44 : 1.
Résidus retirés du foyer.	»	
Id. Id. de la boîte à fumée	»	
Voitures kilomètres remorquées	3,141	Consomm. 0.63 kil. par voit. kil^{m}
Kilomètres de parcours.	216	Id. 9.1 » par kilomètre.

Bruxelles, le 28 mai 1860.

L'ingénieur,

CANDÈZE.

MÉLANGES.

I. — Béton.

Machine allemande pour la fabrication du béton. — Cette machine se compose d'un cylindre de 4 mètres environ de longueur et de $1^m,25$ de diamètre. Ce cylindre est ouvert à ses deux extrémités et il tourne autour de son axe, qui est incliné sur l'horizontale de $\frac{1}{13}$ environ. La pierre et le mortier sont jetés, à la brouette, dans une trémie, qui les verse dans le cylindre à son extrémité la plus élevée. Le mélange s'opère par la rotation du cylindre, dont la paroi intérieure est lisse et garnie de tôle.

Lorsque la vitesse de rotation du cylindre atteint 15 à 20 tours par minute, le mélange des matières est parfait.

Cette machine fabrique 8 à 10 mètres cubes de béton par heure, et la dépense par mètre cube est très-faible.

Digue de Cherbourg. — Le ciment qui a le mieux réussi, à la grande digue de mer de Cherbourg, est le ciment anglais dit *Parker* ou *Medina*, provenant des îles anglaises voisines de la côte française. Le prix *minimum* de ce ciment a été, à Cherbourg, de 75 fr. la tonne.

Il a été reconnu, à la digue de Cherbourg, qu'il est imprudent de ne pas recouvrir le béton de fondation par une surface dure telle qu'un parement de granit, car sans cette précaution le pied de la digue se déchausse. On a reconnu, en outre, que l'on doit s'abstenir d'employer de la chaux dans les mortiers à la mer et les composer seulement de sable et de ciment de Parker.

Les blocs artificiels employés à Cherbourg avaient un volume de 20 mètres cubes [1] et renfermaient $5^t,70$ de ciment de Parker ou de Medina employé seul, ou $6^t,00$ de Portland employé seul,

[1] On avait employé, à l'origine, des blocs de $13^{m3},00$, mais on a dû augmenter le volume des blocs jusqu'à $20^{m3},00$, afin qu'ils ne fussent pas déplacés par les coups de mer.

ou encore 5t,90 de mélange de 1/2 Parker ou Medina et 1/2 Portland. On corroyait tous ces ciments avec du sable, à la dose de 1 1/2 de sable en volume pour 1 de ciment en poudre, quand c'était du medina, ou un autre ciment quelconque, à l'exception du Portland, et à la dose de 2 de sable pour 1 de ciment, quand c'était du ciment de Portland. Pour les ciments mélangés on adoptait un dosage intermédiaire.

Tous les ciments de la nature du Portland sont sujets à produire des fendillements quand ils sont trop frais, mais ce danger peut être prévenu dans l'emploi, en laissant le ciment pendant quelque temps dans les magasins avant de le mettre en œuvre.

Le fendillement des blocs de béton, dans lesquels entre le ciment de Portland, provient de ce que le mélange des matières élémentaires (craie et argile), qui entrent dans la composition de ce ciment, n'est pas toujours fait avec assez de soin. Il en résulte qu'après la cuisson des matières le produit contient de la chaux caustique libre dont l'extinction occasionne des fendillements. La conservation du ciment, pendant un certain temps, en magasin, permet à cette chaux caustique libre de s'éventer, et le fendillement des blocs cesse alors de se produire.

Il paraît d'ailleurs que le fendillement n'a pas toujours des inconvénients graves et que les blocs fendillés deviennent très-durs au bout d'un certain temps.

Pont sur la Theiss en Hongrie. — Les mortiers hydrauliques font mal prise dans les colonnes en fer que l'on emploie pour former les piles des ponts. Au pont de la Theiss on a mélangé au béton des fragments de brique bien secs, à l'instant de l'emploi. Ce procédé paraît avoir donné de bons résultats.

II. — Citernes de Venise.

La ville de Venise, située au milieu d'un lac salé, est alimentée d'eau potable au moyen de 2,000 citernes.

Ces citernes ont une profondeur de 3 mètres, que la nature du sol ne permet pas de dépasser. L'excavation a la forme d'une py-

ramide quadrangulaire tronquée renversée, dont on maintient les parois à l'aide d'un cuvelage en bois de chêne ou de larix. Ce cuvelage est recouvert d'une couche d'argile, de $0^m,30$ d'épaisseur, exécutée avec soin, de façon à être complétement imperméable à l'eau.

On place au fond de l'excavation une pierre circulaire, creusée en son milieu en forme de cuvette et sur les bords de laquelle on élève un cylindre creux, en briques sèches, du diamètre d'un puits ordinaire. Les briques de la partie inférieure de ce cylindre sont percées de trous coniques.

L'espace compris entre la pyramide quadrangulaire, revêtue d'argile et le cylindre en briques, est rempli de sable de mer bien lavé, et les dimensions relatives de la pyramide et du cylindre sont telles que le sable occupe à peu près le tiers du volume total de la citerne.

A fleur du sol et à chacun des angles de la pyramide on dispose une auge en pierre fermée par un couvercle aussi en pierre et percé de trous. Ces quatre auges sont reliées entre elles par un canal en briques sèches reposant sur le sable.

La citerne est recouverte par un pavage ordinaire que l'on incline vers les orifices des auges.

L'eau de pluie, recueillie par les toits des maisons, est introduite dans les auges, d'où elle s'écoule par le petit canal en briques sèches. Cette eau pénètre alors dans le sable, qui la filtre, et elle se rend dans le cylindre, où elle arrive dans un état de fraîcheur et de pureté remarquable.

La quantité d'eau qui tombe à Venise est, en moyenne, de $0^m,82$ par an, et, convenablement aménagée par les citernes, elle fournit, par an, à cette ville, environ 700,000 mètres cubes d'eau potable excellente. En Belgique, la quantité d'eau qui tombe annuellement est à peu près la même qu'à Venise ($0^m,74$ à Bruxelles, en 1859, année très-sèche), et les citernes vénitiennes pourraient être employées avec succès dans un grand nombre de circonstances.

III. — Chemins de fer atmosphériques.

L'expérience tentée en France par la compagnie concessionnaire du chemin de fer de Saint-Germain, expérience prolongée pendant 15 ans, vient de se terminer par la condamnation du système atmosphérique.

On sait que le gouvernement français, pour encourager l'essai de ce système, avait alloué à la compagnie de Saint-Germain un subside de 1,800,000 fr., et que le système atmosphérique avait été appliqué sur une longueur de 1,800 mètres, et à des pentes atteignant jusqu'à 0,035 sur un kilomètre de longueur.

Même avec des pentes aussi fortes, et malgré les soins que l'on a pris pour rendre l'installation du système aussi parfaite que possible, l'augmentation des dépenses d'exploitation et l'irrégularité du service ont engagé la compagnie à solliciter du gouvernement l'autorisation de remplacer un système onéreux pour elle et sans avantage pour le public, par le système ordinaire de traction au moyen de locomotives, et cette autorisation a été accordée.

Une machine à six roues couplées remonte aujourd'hui huit voitures sur les rampes desservies autrefois par le système atmosphérique.

IV. — Résumé du compte rendu des opérations des chemins de fer de l'État pendant l'exercice 1859.

A. — *Développement des diverses lignes.*

Au 31 décembre 1859, la longueur totale des chemins de fer existants en Belgique [non compris les railways industriels] (¹), était de :

		Mètres.
Lignes construites	par l'État.	367,024
Id.	par des compagnies.	1,147,145
	Ensemble.	1,714,169

(¹) Les raccordements industriels sont aujourd'hui au nombre de 85, y compris ceux qui se trouvent le long de la ligne rachetée de Mons à Manage.

Comparativement au développement constaté à la date du 31 décembre 1858, cette longueur totale accuse une augmentation de 22,536 mètres, laquelle s'applique exclusivement aux railways concédés, savoir :

a. Au chemin de Mariembourg à la frontière française (prolongement du chemin de Chimay jusqu'à Momignies) (1).	12,700
b. Au chemin du Luxembourg (section d'Arlon à la frontière grand-ducale) (2)	9,836
Ensemble.	22,536

Au point de vue de l'exploitation les chemins de fer se répartissent comme suit :

	Mètres.
Lignes construites et exploitées par l'État.	556,804
Id. id. par les Cies et expl. par l'État. .	188,534
Id. id. et exploitées par les compagnies.	958,611
Ligne construite par le gouvernement et exploitée par une compagnie.	10,220
Total.	1,714,169

B. *Doubles voies et voies accessoires.*

Au 31 décembre 1859, les lignes de chemin de fer exploitées par l'État mesuraient

En double voie.	693,268	mètres ou	93,01 p. °/o.
En simple voie.	52,070	»	6,99 p. °/o.

La longueur des *voies accessoires,* servant aux manœuvres, évitements et garages a été augmentée de 7,300 mètres en 1859, et portée à 232,600 mètres, soit 16,24 p. °/o de la longueur des voies principales.

(1) Ce prolongement est destiné à relier le réseau belge à la ligne française des Ardennes.

(2) Ce prolongement relie le réseau belge aux lignes du Guillaume-Luxembourg qui, partant de Luxembourg se dirigent, d'une part, vers Arlon et, de l'autre, vers Thionville. L'inauguration du chemin Guillaume-Luxembourg a eu lieu le 4 octobre 1859.

C. — *Billes.* — *Procédés de conservation.*

Au commencement de 1859, à la suite d'une inspection destinée à constater l'efficacité des procédés de conservation expérimentés sur les billes, l'administration s'est décidée à renoncer, au moins temporairement, à l'application du procédé Boucherie, et à faire, sur une plus grande échelle, l'essai du système Béthell consistant, comme on le sait, dans une préparation à la créosote.

D. — *Coût d'exécution.*

Les sommes dépensées au 31 décembre 1859 pour la construction des lignes de l'État s'élevaient à . . . . fr.	190,782,934 49
A cette somme, il convient d'ajouter la valeur d'achat de la ligne de Mons à Manage, établie en capitalisant, avec intérêts à 5 p. °/₀, les annuités consenties par le gouvernement en faveur de la compagnie concessionnaire, soit. . . . . fr.	13,235,505 51
Les dépenses de premier établissement des lignes de chemin de fer appartenant à l'État s'élèvent donc à . . . . fr.	204,018,440 00

soit fr. 336,325 15 par kilomètre, se répartissant comme suit :

Route proprement dite . . . . fr.	228,967 63
Bâtiments des stations et dépendances. .	33,827 58
Dépenses générales	9,162 33
Matériel des transports (¹).	64,367 61
Ensemble . . . . . fr.	336,325 15

(¹) La moyenne kilométrique du matériel des transports est calculée sur le développement du réseau appartenant à l'État. Cette moyenne est donc exagérée, car elle devrait être calculée plutôt sur la longueur *exploitée* que sur la longueur *construite* par l'État.

E. — *Recettes et dépenses.*

Les recettes générales de l'exploitation par l'État se sont élevées en 1859 :

Pour la part de l'État à.	fr.	26,313,346 93
Id. de la société de Dendre et Waes.		1,183,673 41
Id. de la société de Tournai à Jurbise		583,979 36
Ensemble.	fr.	28,080,999 70
Les dépenses de l'exploitation se sont élevées à	fr.	14,088,227 31
de sorte que la recette nette s'élève à. . . .	fr.	13,992,772 39

D'après ces résultats, la dépense d'exploitation équivaut à 50.17 p. °/₀ de la recette brute. La proportion montait à 52.38 p. °/₀ en 1858.

Les tableaux suivants indiquent la manière dont les recettes et les dépenses se divisent par kilomètre exploité, locomotive-kilomètre, voiture-kilomètre et convoi-kilomètre, ainsi que la nature des recettes et des dépenses.

Recette brute en 1859.

NATURE DE LA RECETTE.	Par kilomètre exploité.	Par locomotive-kilomètre.	Par voiture-kilomètre.	Par convoi-kilomètre.
Voyageurs. . . . . fr.	14,384.51	2.01448	0.16000	2.01471
Bagages	738.44	0.10341	0.00821	0.10343
Petites marchandises	2,188.95	0 30655	0.02435	0 30658
Grosses marchandises. . .	18 954.56	2.65449	0 21084	2.65480
Finances.	226.05	0 03166	0.00252	0.03166
Équipages	26 37	0.00369	0 00030	0.00370
Chevaux et bestiaux.	459 64	0.06437	0.00511	0 06438
Produits extraordinaires . .	697.00	0.09761	0.00775	0.09762
Totaux. . . . fr.	37,675.52	5.27626	0 41908	5 27688

Dépenses en 1859.

NATURE DE LA DÉPENSE.	Par kilomètre exploité.	Par locomotive-kilomètre.	Par voiture-kilomètre.	Par convoi-kilomètre.
Voies et travaux. . . . . fr.	5,218.78	0.73086	0 05805	0.73095
Traction et arsenal	8,883.84	1.24413	0.09881	1.24428
Transports.	4,254.79	0.59586	0.04733	0.59593
Services en général	489.56	0.06856	0.00515	0.06837
Régie.	54 82	0.00768	0.00061	0.00768
Totaux. . . . fr	18,901.79	2.64709	0.21025	2.64741

Recette nette.

ANNÉE.	Par kilomètre exploité.	Par locomotive-kilomètre.	Par voiture-kilomètre.	Par convoi-kilomètre.
1858 . . . . fr.	18,773.73	2.62917	0.20883	2.62947

En 1858, par kilomètre exploité, la recette brute a été de fr. 37,560 63; la dépense de fr. 19,675 42, et la recette nette de fr. 17,885 21.

F. — *Locomotives.*

Au 31 décembre 1859, l'administration possédait 249 locomotives, soit une locomotive pour trois kilomètres exploités.

La force moyenne de chaque locomotive était de 106.75 chevaux, ce qui donne relativement au 31 décembre 1858 une augmentation moyenne de 8.75 chevaux par locomotive.

En 1859, les locomotives ont effectué un parcours de 5,322,145 kilomètres, ce qui accuse une diminution de parcours de 10,083 kilomètres sur l'année 1858, diminution résultant uniquement de l'accroissement de force des locomotives, attendu que le mouvement des voitures s'est accru dans des proportions très-sensibles.

G. — *Matériel des transports.*

Au 31 décembre 1859, l'administration des chemins de fer de l'État possédait 7,863 voitures de toutes sortes, savoir :

Pour le service des voyageurs, bagages et articles de messageries	1,215
Pour les services divers (bureaux ambulants, voitures cellulaires, wagons de secours, wagons à freins pour les plans inclinés, wagons pour le transport du coke de l'administration, wagons pour l'entretien de la route et le service des ateliers)	511
Pour le service des marchandises	6,137
Ensemble	7,863

L'augmentation du nombre des voitures a été dans le courant de l'année 1859, de 460 voitures, dont 386 pour les marchandises.

Les voitures ont fourni en 1859 un parcours de 82,141,405 kilomètres, y compris le parcours des freins traîneaux employés au service de la traction sur les plans inclinés de Liége. Les voitures proprement dites ont parcouru ensemble une distance de 81,949,447 kilomètres, ce qui accuse sur 1858 une augmentation de 2,60 p. c.

Le nombre des voitures chargées, composant un convoi, a été en moyenne, pendant l'année 1859, de :

1° Trains de voyageurs express	7,14
2° » ordinaires	8,87
3° » spéciaux	12,17
4° Trains de marchandises ordinaires	16,09
5° » spéciaux	10,00
6° Moyenne générale	12,59

H. — *Parcours moyens. — Produits moyens.*

Les parcours moyens et les produits moyens des transports de diverses natures en 1859, comparés à ceux de 1858, présentent les résultats suivants :

NATURE DES TRANSPORTS.	PARCOURS MOYEN.		DIFFÉRENCE EN 1858		PRODUIT MOYEN.		DIFFÉRENCE EN 1859	
	1858.	1859.	en plus	en moins	1858.	1859.	en plus.	en moins
	Kilom.	Kilom.	Kilom.	Kilom.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Un voyageur	29.60	28 71		0 89	1.57	1 50		0 07
Un quintal de bagages	75 50	74 88		0.62	4 54	4.49		0 04
Un quintal de petites marchandises. — Petits paquets	....	....	....	....	12.51	12 57	0.06	
Un quintal de petites marchandises (ensemble)	67.27	66.86		0.41				
Un quintal de petites marchandises. — Articles de messageries	....	....	....	....	1.61	1.61	0.00	0.00
Une tonne de grosses marchandises	46 24	46.12		0.12	4.30	4.26		0.04

On voit que la distance moyenne des transports a généralement diminué en 1859. L'accroissement de recettes constaté au § E est dû uniquement à l'augmentation du trafic.

I. — *Combustible.*

La dépense en combustible a été, en 1859, de fr. 1,548,838 48.

Les consommations de la traction (sans égard à l'allumage) ont donné :

Par locomotive-kilomètre	11,42 kil. de comb.	coûtant fr.	0,2005
Par convoi-kilomètre	12,12	»	0,2059
Par voiture-kilomètre	0,787	»	0,0154

Ce qui fait, comparativement à 1858, une diminution de $0^k,20$ de combustible et de fr. 0,0282 de dépense par locomotive-kilomètre.

Il a été employé trois fois autant de briquettes que d'autres combustibles.

K. — *Transit et transports internationaux.*

La proportion de la recette des transports internationaux et du transit tend à baisser de plus en plus. En 1857, elle atteignait 22,90 p. c.; en 1858 elle est descendue à 21,02 p. c. et en 1859 à 19,08 p. c. Cette décroissance progressive est due à l'augmentation constante de la recette du service intérieur, et à la diminution effective des transports internationaux et du transit. L'augmentation des recettes du service intérieur a été, en 1859, de fr. 1,179,193 03 et la diminution des recettes du service international de fr 376,119 34.

V. — Chemins exploités par l'État. — État approxi

NATURE DES TRANSPORTS.		
Voyageurs.	Trains express.	1[re] classe
		2[e] id.
	Trains ordinaires.	1[re] id
		2[e] id.
		3[e] id.
		Transports militaires.
		Id. extraordinaires
		Id. d'enfants
Totaux du tarif des voyageurs		
Bagages.	Transports	au *minimum*
		au poids taxé (quintaux)
Totaux du tarif des bagages		
Petites marchandises. (Tarifs n[os] 1 et 2.)	Grande vitesse. (Petits paquets.)	Colis soumis à la taxe uniforme (Quintaux.) (1)
		Id. taxés au *minimum* (Quintaux.) (2)
		Id. id. au poids (Id.)
	Service accéléré. (Articles de messagerie.)	Expéditions taxées au *minimum*. (Quintaux) (3)
		Id. id. au poids. (Quintaux).
Totaux des tarifs n[os] 1 et 2. (Petites marchandises).		
Grosses marchandises. (Tarif n° 3.)	Petite vitesse. (Articles de roulage.)	1[re] classe (Tonneaux.).
		2[e] id. (id.).
		3[e] id. (id.).
		Transport par abonnement. (Tonneaux).
	Frais accessoires.	Chargement, déchargement, camionnage et bulletins.
Totaux du tarif n° 3. (Grosses marchandises)		

(1) On a compté le poids moyen, 1 kilog. par colis.
(2) » » 4 » »
(3) » » 20 » »

…UVEMENT ET DE LA RECETTE PENDANT L'ANNÉE 1860.

EXPLOITATION PAR L'ÉTAT.					PARTS des autres sociétés mixtes et étrangères.	TOTAUX GÉNÉRAUX des recettes.
…RT DE L'ÉTAT.	PART DE LA SOCIÉTÉ DE DENDRE-ET-WAES.		PART DE LA SOCIÉTÉ DE TOURNAI A JURBISE.			
Recette.	Mouvemt.	Recette.	Mouvemt.	Recette.	Recette. (5)	Colonnes 3, 5, 7 et 8.)
3	4	5	6	7	8	9
Fr. c.		Fr. c.		Fr. c.	Fr. c.	Fr. c.
1,700,987 50	1,683	4,881 20	2,529	6,069 60	1,489,086 20	3,201,024 50
406,205 40	1.962	3,541 95	907	1,587 25	933,273 70	1,344,608 30
1,447,531 79	25,532	42,017 76	22,992	30,673 95	239,209 20	1,759,432 70
1,873,820 56	87,277	78.959 69	57,713	43,637 70	232,405 74	2,228,843 69
4,928,723 40	509,783	330,723 12	338,945	135,064 86	259,289 98	5,653,801 69
107,649 55	10,146	5,572 99	4,946	1,382 92	7,303 80	132,200 82
111,710 68	1,847	1,771 81	2,313	1,511 36	»	102,889 49
38,334 84	4,683	2,529 76	2,352	745 89	5,442 69	49,083 65
10,614.983 72	642,915	469,998 28	432,697	220,891 53	3,166,011 31	14,471,884 84
63,426 38	7,036	2,414 58	5,426	1,539 36	4.987 28	72,367 60
438,765 82	3,293	4,462 63	5,423	5 406 59	271,689 09	720,324 15
502,192 20	»	6,877 21	»	6,945 95	276,676 37	792,691 73
76,084 89	267	5,502 61	215	1,591 63	13,238 75	96,417 88
46,109 70	481	2,660 90	295	548 07	9,170 30	58,488 97
163,282 20	2,120	4,747 15	2,032	1,925 74	104,013 61	273,968 70
74,421 61	4,353	6,488 16	1,556	1,071 94	14,788 48	96,770 19
1,299,954 89	74,262	67,565 02	72,448	23,186 28	370,164 17	1,760,870 36
1,659,853 29	81,483	86,963 84	76,546	28,323 66	511,375 31	2,286,516 10
3,231,992 92	32,671	131,446 55	42,496	70,270 29	561,050 01	3,994,759 77
3,286,489 52	31,041	104,999 11	56,955	74,027 78	447,783 55	3,913,299 96
6,480,621 20	112,339	298,358 24	228,620	204,996 18	4.495,147 21	11,479,122 83
2,431 50	»	»	»	»	»	2,431 50
1,037,128 40	»	33,274 43	»	10,572 48	95,142 85	1,176,118 16
14,038,663 54	176,051	568,078 33	328,071	359,866 73	5,599,123 62	20,565.732 22

…te colonne comprend le mouvement général des lignes exploitées par l'État, y compris le chemin de fer de …et-Waes et celui de Tournai à Jurbise.
…te colonne comprend toutes les expéditions des stations de l'État vers les sociétés mixtes et étrangères, ainsi …s transitant par les lignes de l'État.

CHEMINS DE FER EXPLOITÉS PAR L'ÉTAT. — ÉTAT APPROXIM

NATURE DES TRANSPORTS.
1
TARIF DES FINANCES (par groups de 1,000 francs).
TARIF DES ÉQUIPAGES (par voiture).
CHEVAUX et BESTIAUX. — Grande vitesse. (Par expédition)
CHEVAUX et BESTIAUX. — Petite vitesse. — 1re catégorie. (Par expédition)
CHEVAUX et BESTIAUX. — Petite vitesse. — 2e id (id.)
CHEVAUX et BESTIAUX. — Petite vitesse. — 3e id (id.)
TOTAUX du tarif des chevaux et bestiaux.
Produits extraordinaires.
Recettes du chemin de fer
Recettes des télégraphes
TOTAUX GÉNÉRAUX des recettes (1)
A ajouter, pour transports gratuits ou à prix réduits (pour mémoire)
Nombre de dépêches télégraphiques du service
TOTAUX.

(1) Y compris le produit de la ligne de Mons à Manage exploitée par l'État depuis le 1er août 18[illegible].

N. B. La recette de l'État pour l'année 1859 ayant été de fr. 26,819,353

…VEMENT ET DE LA RECETTE PENDANT L'ANNÉE 1860. (SUITE.)

EXPLOITATION PAR L'ÉTAT.					PARTS des autres sociétés mixtes et étrangères.	TOTAUX GÉNÉRAUX des recettes.
…DE L'ÉTAT.	PART DE LA SOCIÉTÉ DE DENDRE-ET-WAES		PART DE LA SOCIÉTÉ DE TOURNAI A JURBISE.			
Recette. 3	Mouvemt. 4	Recette. 5	Mouvemt. 6	Recette. 7	Recette. 8	(Colonnes 3, 5, 7 et 8.) 9
Fr. c.		Fr. c.		Fr. c.	Fr. c.	Fr. c.
165,974 26	12,496	2,559 83	12,656	804 29	71,482 59	240,820 97
16,000 74	3	63 46	16	167 40	5,257 10	21,488 70
102,058 82	257	4,604 48	200	1,497 40	18,603 35	126,764 05
25,033 »	248	899 97	217	470 88	468 30	26,872 15
32,599 60	235	1,447 96	118	347 07	97 »	34,491 63
181,092 19	867	3,610 85	383	1,602 45	1,107 35	187,412 84
340,783 61	1,607	10,563 26	918	3,917 80	20,276 00	375,540 67
463,168 34	»	33,934 06	»	419 05	»	497,521 45
27,801,619 70	»	1,179,038 27	»	621,336 41	9,650,202 30	39,252,196 68
527,743 73	»	»	»	»	»	527,743 73
28,329,363 43	»	1,179,038 27	»	621,336 41	9,650,202 30	39,779,940 41
1,683,258 02	»	»	»	»	»	1,683,258 02
»	»	»	»	»	»	»
30,012,621 45	»	1,179,038 27	»	621,336 41	9,650,202 30	41,463,198 43

…t, en faveur de 1860, est de fr. 1,510,010 06 c.

VI. — Recettes de l'exploitation des che

NOMS DES CHEMINS.	1860. — LONGUEUR totale exploitée au 31 décembre.	1860. — LONGUEUR moyenne exploitée pendant l'année entière.	1859 — LONGUEUR totale exploitée au 31 décembre.	1859 — LONGUEUR moyenne exploitée pendant l'année entière.	RECETTES TOT DE L'ANNÉE 1860.	18
Anci						
	Kilomètr.	Kilomètr.	Kilomètr.	Kilomètr.	Francs.	Fr
Nord	967	967	966	951	60,555,747	57,8
Est	954	954	954	932	43,729,071	41,7
Ouest	900	900	900	900	46,768,627	45,8
Orléans	1,474	1,472	1,472	1,472	66,575,566	65,3
Paris-Méditerranée	1,411	1,411	1,411	1,393	101,784,748	101,
Lyon à Genève	237	237	237	232	6,891,115	6,
Midi	796	794	794	794	23,524,226	20,
Ceinture	17	17	17	17	1,715,542	1,
Greissesac-Béziers	51	51	51	51	505,846	4
Bességes à Alais	32	32	32	32	1,092,933	1,
Anzin à Somain	19	19	19	19	588,869	
Carmaux à Albi	15	15	15	15	189,060	
Totaux et moyennes	6,873	6,869	6,868	6,808	355,521,148	34

Nota. — Les comptes du 4e trimestre 1860 n'étant pas encore définitivement arrêtés, les chiffres de 18

…ER FRANÇAIS. — ANNÉES 1859 ET 1860.

…ÉRENCE … 1860, …	PAR KILOMÈTRE.					
	RECETTE TOTALE.		DIFFÉRENCE DE 1860 SUR 1859			
			TOTALE.		POUR CENT.	
	1860	1859.	En plus.	En moins.	En plus.	En moins.
…eau.						
…nes.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.
[illegible],483	62,622	59,971	2,631	»	4,42	»
[illegible],834	47,934	44,835	3,099	»	6,91	»
[illegible],806	51,965	50,968	997	»	1,96	»
[illegible],452	45,227	44,407	820	»	1,85	»
[illegible],278	72,137	73,000	»	863	»	1,20
[illegible],792	29,076	28,200	876	»	3,11	»
[illegible],144	29,553	25,519	4,034	»	15,81	»
[illegible],550	100,914	91,895	9,019	»	9,81	»
[illegible],525	5,997	6,478	»	481	»	7,43
[illegible] 6,856	34,154	34,368	»	214	»	0,62
[illegible],270	20,467	17,347	3,120	»	17,99	»
[illegible],658	12,604	11,427	1,177	»	10,30	»
[illegible],670	51,757	50,241	1,516	»	3,02	»

…ment modifiés.

RECETTES BRUTES DE L'EXPLOITATION

NOMS DES CHEMINS.	1860. — LONGUEUR totale exploitée au 31 décembre.	1860. — LONGUEUR moyenne exploitée pendant l'année entière.	1859 — LONGUEUR totale exploitée au 31 décembre.	1859 — LONGUEUR moyenne exploitée pendant l'année entière.	RECETTES TOT[ALES] DE L'ANNÉE 1860.	18[59]
					Nouvea[u réseau]	
	Kilomèt.	Kilomèt.	Kilomèt.	Kilomèt.	Francs.	Fran[cs]
Nord	30	12	»	»	84,015	[illegible]
Est	726	723	697	697	17,994,560	17,598
Ardennes	164	164	164	158	3,659,976	3,287
Ouest (1)	312	306	294	284	4,151,575	3,450
Orléans	460	384	339	284	4,508,541	2,910
Paris Méditerranée	526	489	464	460	18,852,005	16,757
Dauphiné	129	129	129	129	2,740,269	2,487
Midi	99	99	99	51	742,058	14[illegible]
TOTAUX ET MOYENNES.	2,446	2,366	2,206	2,043	52,692,577	46,5[illegible]
					RECA[PITULATION]	
Ancien réseau	6,873	6,869	6,868	6,808	355,521,148	312,[illegible]
Nouveau réseau	2,446	2,366	2,206	2,043	52,692,577	46,5[illegible]
Ensemble	9,319	9,175	9,074	8,851	408,213,725 (a)	[illegible]

(1) Y compris 294 kil. pour Caen à Cherbourg et les embranchements du Mans à Mézidon, de Coulibœuf à F[illegible]

OBSERVATIONS.

Les sections ouvertes du 1er janvier au 31 décembre 1860 ont une étendue de 245 kilomètres, savoir :

1° Ancien réseau.

NORD : Raccordement de Maubeuge	1
ORLÉANS : Raccordement des gares à Bordeaux (pour 1/2)	2
MIDI : Raccordement des gares à Bordeaux (pour 1/2)	2
Total pour l'ancien réseau . . . . . kilom.	5

2° Nouveau réseau

NORD : Paris à Sévran	14	30
Lens à Ostricourt	16	
EST : Port d'atelier à Aillevilliers-Plombières		29
OUEST : Lison à St.-Lô		16

…FRANÇAIS. — ANNÉES 1859 et 1860. (SUITE.)

…ENCE … 1860.	PAR KILOMÈTRE. RECETTE TOTALE. 1860.	1859.	DIFFÉRENCE DE 1860 SUR 1859. TOTALE. En plus.	En moins.	POUR CENT. En plus.	En moins.
…	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.
…015	7,001	»	»	»	»	»
…677	24,889	25,206	»	377	»	1,26
…261	22,317	20,808	1,509	»	7,25	»
…479	13,501	12,151	1,350	»	11,11	»
…235	11,740	10,257	1,493	»	14.57	»
…524	38.512	36,386	2,125	»	5,84	»
…921	21,242	19,282	1,960	»	10,16	»
…093	7.404	4,643	2,761	»	59,47	»
…208	22,850	22,803	47	»	0,21	»
…ATION.						
…670	51,757	50,241	1,516	»	3,02	»
…208	22,850	22,803	47	»	0,21	»
…878	44.492	43,908	581	»	1,33	»

… 1-16, qui feront partie de l'ancien réseau à partir du 1er janvier 1865.

ORLÉANS : Périgueux à Brives		72	101
St.-Christophe à Rodez		29	
Paris à Lyon et à la Méditerranée.	Pontarlier à la frontière suisse.	11	62
	Moret à Montargis	51	
Total pour le nouveau réseau.			208

(a) Déduction faite des détaxes et non compris l'impôt du dixième, qui s'élève :

Pour l'année 1860, à 20,787,263 fr.

Id. 1859, à 20,901,996 fr.

VII. — Chemins de fer de la Prusse en 1859.

A la fin de 1859, les lignes de chemin de fer en exploitation avaient, en Prusse, un développement de 5,100 kilomètres, dont 1,570 kilomètres à double voie.

Le prix moyen d'un kilomètre de ce réseau était de fr. 23,510.

Les chemins prussiens ont transporté, en 1859, environ 20 millions de personnes, et 12 milliards de kilogrammes de marchandises.

Les recettes brutes se sont élevées à fr. 126,500,000, soit fr. 26,860 par kilomètre. La part des recettes appartenant au transport des voyageurs a été de 33,6 p. °/₀.

Les dépenses d'exploitation n'ont pas dépassé fr. 12,370 par kilomètre, soit 46 p. °/₀ environ de la recette brute.

L'État prussien a payé fr. 1,840,000 pour intérêts garantis à diverses compagnies.

Pendant les années 1857, 1858 et 1859 les recettes kilométriques moyennes ont été respectivement :

Année 1857.	fr.	31,340	par kilomètre.
« 1858.	»	28,550	id.
« 1859.	»	26,860	id.

Cette décroissance de la recette kilométrique est due en partie aux événements politiques, mais surtout au développement du réseau prussien, développement qui, de 1858 à 1859, a été de 470 kilomètres environ.

Sur la moitié des chemins de fer prussiens, il existe quatre classes de voitures à voyageurs. La quatrième classe, dont le tarif est très bas, comme on le verra dans le tableau suivant, a été créée dans ces derniers temps pour permettre à un grand nombre de personnes, que l'élévation des tarifs excluait du chemin de fer, de profiter de cette voie rapide de communication. Le but que l'on se proposait a été atteint, le nombre des voyageurs s'est considérablement accru et la recette de la 4ᵉ classe, qui s'élève à 11 p. °/₀ de la recette totale des voyageurs, a donné un bénéfice notable aux compagnies.

DÉSIGNATION DES VOITURES	PARCOURS MOYEN D'UN VOYAGEUR.	RECETTE MOYENNE PAR VOYAGEUR-KILOMÈTRE
	Kilomètres.	Centimes.
1re classe.	64,3	12
2e classe	56,2	7,8
3e classe.	34	5,1
4e classe.	27,4	2,7

VIII. — Disque propulseur de M. John Aston.

Le nouveau propulseur que M. John Aston vient d'appliquer, en Angleterre, à la navigation à vapeur est d'une remarquable simplicité. Tout le système consiste en un disque vertical en fonte de 0m,01 d'épaisseur et de 5m,00 de diamètre. Ce disque, plongeant dans l'eau de 0m,80 et animé d'un mouvement de rotation de 47 tours par minute, a, paraît-il, imprimé à un navire de forme lourde et de marche lente, une vitesse de 6 nœuds à l'heure en faisant une économie de combustible qu'on n'évalue pas à moins des 2/3 de la quantité consommée par le même navire avec des roues à palettes.

Si ces résultats, annoncés par plusieurs revues scientifiques, se confirment, la navigation dans les canaux et les rivières sera spécialement appelée à profiter d'un système de propulsion qui n'occasionne aucun remous et dont l'extrême simplicité rend l'installation facile sur tous les bateaux, et M. John Aston aura l'honneur d'avoir trouvé la solution d'un problème qui préoccupe depuis longtemps les ingénieurs.



DOCUMENTS ADMINISTRATIFS.

JURISPRUDENCE.

I.

ARRÊT DE LA COUR DE CASSATION, EN DATE DU 1er AOUT 1859, DÉCIDANT QUE LE PASSAGE DEVANT LE POTEAU D'UNE BARRIÈRE EST UNE CONDITION INDISPENSABLE POUR QUE LA PERCEPTION DE LA TAXE SOIT LÉGALE.

Bataille, cabaretier et cultivateur à Escanaffles, occupe une propriété à proximité du poteau d'une barrière. Cette propriété s'étend le long de la route de Celles à Avelghem en deçà du poteau, vers Escanaffles.

Quand le défendeur veut prendre cette route pour se diriger vers cette dernière commune, il traverse sa propriété avec ses chevaux et ne prend la route qu'à une certaine distance du poteau, sans passer devant; c'est ce qu'il fit le jour où le receveur de la barrière, l'apercevant sur la route avec deux chevaux non-attelés, alla à lui, en lui demandant paiement du droit de barrière, ce que Bataille refusa.

Le receveur prétendit que Bataille se trouvait à moins de 20 mètres du poteau, tandis que ce dernier soutint que l'endroit où il quitte sa propriété pour prendre la route se trouve à une plus grande distance. Ce point n'a pas été éclairci, parce que le tribunal dont le jugement était attaqué n'avait pas fait dépendre sa décision de cette circonstance.

Sur le refus de Bataille, le receveur dressa à sa charge procès-verbal.

Bataille fut cité devant le tribunal de simple police, pour contravention à l'art. 6 de la loi du 18 mars 1833. Il fut reconnu par le fermier de la barrière que le prévenu n'avait pas passé devant

le poteau. Le jugement qui acquitta le prévenu était fondé sur ce qu'il résulte de l'esprit et du texte de la loi de 1833, notamment de son art. 6, que le passage devant le poteau est une condition indispensable pour rendre la perception légale, peu importe l'endroit où l'on a pris la route.

Le procureur du roi, ayant interjeté appel de cette décision, en demanda la réformation, non-seulement en ce qu'elle décidait que le passage devant le poteau de la barrière était indispensable pour que le droit fût dû, mais encore en ce qu'il avait omis de prononcer contre le prévenu la peine portée par l'article 12 de la loi, alors qu'il était établi que le montant du droit exigé n'avait pas été consigné.

Le tribunal de Tournai, jugeant en degré d'appel, confirma le jugement du tribunal de simple police.

Pourvoi par le procureur du roi.

M. l'avocat général Cloquette a conclu au rejet, dans les termes suivants :

« La question soulevée par le pourvoi est de savoir si celui qui prend une route avec des chevaux, au delà du poteau indicateur d'une barrière, mais à une distance de moins de 20 mètres de ce poteau, et qui suit cette route dans une direction opposée, est sujet à la taxe, pour cette barrière, tout comme s'il avait passé devant le poteau. Cette question se présente dégagée de toute imputation d'avoir voulu frauder le droit de barrière, et elle suppose que le cabaretier Bataille, en prenant avec ses chevaux la route à quelques mètres au delà du poteau, était parfaitement en droit de le faire. Nous adoptons la solution que le tribunal de Tournai lui a donnée par son jugement en date du 28 mai dernier, contre lequel le pourvoi est dirigé.

» Les art. 1, 2 et 3 de la loi du 18 mars 1833 sur les barrières, ont uniquement pour objet de déterminer en quel lieu le droit de barrière peut être légalement perçu, et non de déclarer quand ce droit est dû, et quand il doit être payé dans le lieu indiqué pour sa perception. L'art. 4 dit ensuite quelles sont les personnes qualifiées pour le réclamer, et l'art. 5 contient un tarif qui en fixe la hauteur. Ce n'est qu'à l'art. 6 que la loi s'occupe de la débition du droit, et qu'elle détermine quand il est exigible et quand il y a lieu de le percevoir, en tout ou en partie. Les exemptions au

paiement du droit font finalement l'objet de l'art. 7, et viennent naturellement après l'article qui contient la règle du paiement.

» Ces articles émettent ainsi, séparément et sans les confondre, les diverses dispositions organiques du droit de barrière, et ce n'est pas aux articles où il ne s'agit que du lieu de la perception du droit qu'il faut chercher la solution de la question : En quel cas le droit est-il dû ?

» Le législateur voulait, pour prévenir les contestations, que le paiement du droit ne pût être requis qu'à un lieu fixe, et dans un moment donné; c'est dans cet ordre d'idées que l'art. 2 de la loi prescrit que le lieu de perception sera indiqué par un poteau. Mais comme on ne pouvait exiger que les préposés restassent en permanence près du poteau, il a, par l'art. 3, étendu le rayon du lieu de perception à 20 mètres de chaque côté du poteau, leur donnant ainsi les facilités nécessaires pour avoir une habitation, et pour ériger un bureau où ils pussent, non-seulement tenir des écritures, mais encore légalement réclamer le paiement du droit comme si c'était au pied du poteau même. Les art. 1, 2 et 3 ne sont relatifs qu'au lieu de la perception, et il n'y a rien dans leurs termes qui autorise à penser qu'ils concernent en même temps, comme le pourvoi le soutient, le principe ou la condition de la perception. Cette condition, c'est, d'après l'art. 6, le passage au poteau indicateur de la barrière, et c'est, nous semble-t-il, méconnaître les termes et la portée de cet article que de soutenir qu'il ne s'occupe que de la quotité du droit à percevoir soit en entier, soit en partie, selon la différence des cas dont il parle, sans statuer en même temps sur ce qui donne ouverture à la perception du droit.

» En disposant que le droit sera perçu au passage au poteau, la loi fait dépendre la débition d'un fait apparent, et au sujet duquel il ne peut s'élever aucune contestation, tandis que, s'il fallait admettre qu'elle a voulu que le droit fût également dû par le passager qui débouche sur la route, dans le rayon de 20 mètres du poteau, sans passer au poteau, chaque perception donnerait lieu à des difficultés, à cause des doutes qu'on ne manquerait pas d'élever sur la distance de 20 mètres, et à cause des enquêtes ou autres vérifications qui deviendraient nécessaires pour éclaircir ces doutes.

» On objecte que ceux qui voyagent sur une route, avec des voitures et des chevaux, doivent le droit de barrière, comme prix de l'avantage qu'il retirent du parcours de la route et comme indemnité de la dégradation qui peut résulter de l'usage qu'ils font de cette route, que l'avantage et la dégradation sont les mêmes, soit qu'ils parcourent toute la distance d'un poteau à l'autre, qui est généralement de 5,000 mètres, soit qu'ils ne parcourent cette même distance que diminuée de 20 mètres au plus, et qu'il est illogique d'admettre que la loi, qui les assujettit à la taxe dans le premier cas, ne les y assujettisse pas également dans le second.

» Sans doute il eût été plus conforme à la nature du droit de barrière que ce droit fût toujours perçu pour la distance parcourue ou à parcourir, et qu'il fût rigoureusement proportionnel à cette distance ; mais ce système, basé sur des idées abstraites, était impraticable, et le législateur n'en a pas voulu. Il en a adopté un autre d'une application plus facile, qui, sans être aussi juste dans chaque cas donné, compense toutes les obligations, et qui satisfait ainsi à ce que l'équité réclame. Si aucun droit n'est dû par le passager qui emprunte la route à moins de 20 mètres du poteau, et qui la parcourt dans la direction opposée, par contre le droit sera dû en entier par celui qui passera au poteau, pour parcourir seulement une distance de quelques mètres au-delà du poteau ; il y aura ainsi compensation. Il n'y avait pas de raison pour faire payer le droit tout entier au passager qui emprunte la route à moins de 20 mètres du poteau, lorsqu'on ne faisait absolument rien payer à celui qui la prend à plus de 20 mètres, et si le législateur eût voulu établir la base du droit sur le parcours de la plus grande partie de la distance, il eût soumis à la taxe non-seulement le passager qui emprunte la route dans le rayon de 20 mètres, mais encore celui qui la prend à moins de 2,500 mètres du poteau, pour la parcourir dans la direction opposée ; car, dans le second cas comme dans le premier, le passager parcourt plus de la moitié de la distance d'un poteau à un autre, qui est de 5,000 mètres.

» L'esprit de la loi est donc d'accord avec le texte de l'art. 6, pour faire décider que le droit n'est dû que pour le passage au poteau.

» Avant la loi du 18 mars 1833, cette matière était régie par l'arrêté-loi du 13 février 1815, contenant règlement sur la percep-

tion du droit de barrière. L'art. 2 de cet arrêté portait : « La taxe sera perçue pour les distances à parcourir, au passage devant les bureaux de perception ; » il était ainsi conçu dans des termes qui impliquaient qu'il n'y avait rien à payer pour la distance parcourue avant le passage devant les bureaux et que c'était seulement à ce passage que le droit était dû pour la distance à parcourir. Sous l'empire de l'arrêté-loi du 13 février 1815, la solution de la question n'eût donc pas été douteuse. Or, il est de principe que les lois nouvelles s'interprètent par les lois antérieures, *posteriores leges ad priores pertinent;* et l'arrêté de 1815 nous fournit ainsi un nouvel argument à l'appui de notre opinion.

» Nous concluons au rejet du pourvoi. »

C'est en ce sens que la cour a prononcé :

ARRÊT. — « Sur le moyen unique de cassation, tiré de la fausse interprétation et violation des art. 1, 2, 3 et 6, n° 2, de la loi du 18 mars 1833 ;

» Attendu que cette loi, qui règle le mode de perception de la taxe des barrières, après avoir dit, aux art. 1 et 2, que le droit ne sera perçu qu'aux endroits déterminés au tableau qui y est joint et que le lieu de perception sera indiqué par un poteau, statue, au n° 2 de son art. 6, que le droit sera perçu en entier, d'après le tarif, à chaque passage au poteau de la barrière, qu'il faut donc nécessairement admettre que c'est le passage devant le poteau qui soumet le voiturier ou le voyageur au paiement du droit.

» Que cela est d'autant moins douteux que rien n'indique que le législateur de 1833 aurait voulu introduire un changement à ce qui était prescrit antérieurement, à cet égard, par l'art. 2 de l'arrêté du 13 février 1815, portant que la taxe des barrières serait perçue, pour la distance à parcourir, au passage devant le bureau de perception et non ailleurs ;

» Que l'art. 3 de la loi de 1833, en déclarant illégale toute perception exercée à plus de 20 mètres de distance du poteau, n'autorise nullement par là, comme le soutient le pourvoi, la perception du droit dans cet intervalle de 20 mètres, alors que le voiturier n'a pas passé devant la barrière, mais a seulement modifié l'art. 2 de l'arrêté de 1815 en ce qu'il autorisait l'établissement des bureaux de perception dans les habitations situées jusqu'à 250 mètres des points de distance assignés sur les routes pour l'éta-

blissement des barrières, espace que la loi de 1833 a réduit à 20 mètres;

» Qu'il résulte de ce qui précède, que le jugement dénoncé, en décidant que le passage devant le poteau est une condition indispensable pour que la perception de la taxe soit légale, et, après avoir constaté que cette condition n'existait pas dans l'espèce, en renvoyant le prévenu des poursuites exercées à sa charges, loin d'avoir contrevenu aux lois invoquées à l'appui du pourvoi, en a fait une juste application;

» Par ces motifs, la Cour rejette, etc. »

II.

ARRÊT DE LA COUR DE CASSATION, CHAMBRES RÉUNIES, EN DATE DU 16 NOVEMBRE 1859, DÉCIDANT QUE LA PREUVE DES CONTRAVENTIONS AUX RÈGLEMENTS SUR LA POLICE DU ROULAGE, EN CE QUI CONCERNE LE POIDS DES VOITURES, NE DOIT PAS SE FAIRE PAR LE PESAGE AUX PONTS A BASCULE OU LA LETTRE DE VOITURE A L'EXCLUSION DE TOUT AUTRE MODE DE CONSTATATION; MAIS QUE CETTE PREUVE PEUT RÉSULTER D'UN PROCÈS-VERBAL DE CUBAGE.

Ensuite de l'arrêt de la cour de cassation que nous avons rapporté, avec les faits de la cause, t. XVII, p. 1421, Minsart et Quinet furent cités devant le tribunal correctionnel de Mons, pour entendre statuer sur leur appel. Le 9 août 1859, ce tribunal confirma la sentence du premier juge.

Le procureur du roi à Mons s'est pourvu en cassation.

ARRÊT. — « Considérant que le pourvoi est fondé sur les moyens qui ont motivé la cassation du premier jugement dans la cause; qu'il doit donc, en exécution de l'art. 23 de la loi du 4 avril 1832, être jugé par les chambres réunies;

» Au fond :

» Vu les articles 1 et 2 du décret du 18 août 1810, concernant le mode de constater les contraventions en matière de grande voirie, de poids des voitures et de roulage, l'art. 2 de la loi du

29 floréal an x sur la police de la grande voirie, l'art. 3 de la loi du même jour relative au poids des voitures employées aux roulages et messageries, lequel article est ainsi conçu :

« Le poids des voitures sera constaté au moyen de ponts à » bascule établis sur les routes dans les lieux que fixera le gou- » vernement ; jusqu'à l'établissement des ponts à bascule, la con- » travention sera constatée par la vérification des lettres de » voiture ; »

» Considérant qu'en ordonnant que, sur les routes où les ponts à bascule ne sont pas établis, le poids du chargement soit constaté par la vérification de la lettre de voiture, la loi n'attribue pas à cette lettre la vertu de faire pleine foi par elle-même, mais que le sens précis du texte de l'art. 3 est qu'il doit être fait usage des moyens propres à constater, quant au poids, l'exactitude ou l'erreur des énonciations que contient le document produit ;

» Considérant qu'on ne saurait admettre, sans rendre la loi illusoire, qu'il soit permis au voiturier de se soustraire à la vérification prescrite, soit en négligeant de se munir d'une lettre de voiture ou en refusant d'exhiber celle dont il est porteur, soit en alléguant que la nature des objets transportés ou les circonstances du transport n'exigent pas qu'il soit pourvu d'un pareil écrit ;

» Qu'il faut nécessairement conclure de là qu'à défaut de lettre de voiture, il y a lieu de procéder directement à la vérification du poids du chargement, comme on aurait procédé à celle de la lettre de voiture et de constater aussi, le cas échéant, les contraventions par les moyens que le droit commun autorise, nommément par procès-verbaux, rapports et témoins, en conformité de l'art. 154 du code d'instruction criminelle, sauf aux intéressés à débattre ces preuves en justice ;

» Considérant que cette interprétation est confirmée par le décret du 18 août 1810 qui, voulant *multiplier les moyens de constater et de poursuivre les contraventions en matière de grande voirie, de poids des voitures et de roulage*, a habilité à rédiger des procès-verbaux, certains agents concurremment avec les fonctionnaires publics désignés dans l'art. 2 de la première loi visée plus haut, du 29 floréal, an x, lequel comprend les conducteurs des ponts et chaussées ;

» Qu'en effet cette mesure eût été inutile si le poids des voitures

n'avait pu être vérifié qu'aux ponts à bascule, puisque le service, confié à des préposés spéciaux et à poste fixe, y était suffisamment assuré; qu'au surplus, on ne prétendra pas que le décret ait donné à ces préposés, pour aides ou suppléants dans la manœuvre des ponts, les magistrats municipaux et autres fonctionnaires dont il étend les attributions; qu'il a donc pour objet d'autoriser ceux-ci à constater eux-mêmes les surcharges, en vérifiant, au défaut des ponts à bascule, la lettre de voiture ou le poids du chargement par les moyens ordinaires de prouver les contraventions;

» Considérant que l'art. 2 de la loi du 24 mars 1841, qui déclare que, *par dérogation à l'art. 3 de la loi du 29 floréal an x, il pourra en général être déterminé par arrêté royal un autre mode de vérification que celui des ponts à bascule*, n'a rien changé, rien statué quant aux modes subsidiaires de preuve à employer dans l'entre-temps; que, s'il était vrai, comme le dit le jugement attaqué, qu'il résulte de cette loi *que le pesage au moyen des ponts à bascule est le seul moyen légal de vérification*, il s'ensuivrait qu'elle aurait abrogé même la disposition formelle de la loi de floréal qui prescrit éventuellement la vérification des lettres de voiture; que cependant rien dans l'élaboration de la loi n'annonce cette abrogation, et qu'aucune règle d'interprétation ne permet de la supposer;

» Considérant que, dans l'espèce, il n'a pas été allégué que le poids de la voiture aurait pu être vérifié au moyen d'un pont à bascule; qu'en conséquence la surcharge a été complétement constatée à la suite d'un cubage par un procès-verbal d'un conducteur des ponts et chaussées;

» Considérant qu'en refusant d'admettre, sauf la preuve contraire, ce procès-verbal rapporté à l'appui de la poursuite, et en confirmant la décision du tribunal de police qui avait absous les prévenus, le jugement attaqué a faussement appliqué l'art. 3 ci-dessus transcrit de la loi du 29 floréal an x et contrevenu expressément tant à l'art. 1er du décret précité du 18 août 1810 qu'à l'art. 154 du code d'instruction criminelle;

» Par ces motifs, la cour, ouï M. le conseiller Defacqz en son rapport, et sur les conclusions conformes de M. le procureur général Leclercq, casse et annule le jugement du tribunal correctionnel de Mons, du 9 août 1859; renvoie la cause devant le tribunal

correctionnel de Namur, pour être fait droit après interprétation législative... » (Du 16 novembre 1859.)

I.

ARRÊTÉ ROYAL DU 25 MAI 1860, ORGANIQUE DU SERVICE ET DU CORPS DES INGÉNIEURS DES MINES.

LÉOPOLD, Roi des Belges,

A tous présents et à venir, SALUT.

Revu Nos arrêtés du 28 mars 1850, organique du service et du corps des ingénieurs des mines, du 20 mars 1854 et du 30 mars 1855, concernant les cadres d'activité du corps, du 11 août 1856, qui modifie l'arrêté organique précité.

Voulant réunir en un seul contexte les diverses dispositions organiques du service et du corps des ingénieurs des mines;

Vu Notre arrêté du 23 octobre 1850, qui fixe le tarif des frais de déplacement extraordinaires des ingénieurs des mines;

Sur la proposition de Notre ministre des travaux publics,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Attributions du corps des ingénieurs des mines.

Art. 1er. Le corps des ingénieurs des mines est chargé, sous l'autorité de Notre ministre des travaux publics, de veiller et de pourvoir à l'exécution des lois, règlements et arrêtés concernant :

1° Les mines, minières, tourbières, carrières et usines,

2° Les appareils à vapeur à l'exception de ceux :

A. Servant à l'exploitation des chemins de fer de l'État et à l'alimentation des canaux de l'État;

B. Appartenant à des établissements privés non régis par la loi du 21 avril 1810 et situés dans les provinces d'Anvers, de Brabant, de la Flandre occidentale, de la Flandre orientale et de Limbourg.

Composition et classification hiérarchique du corps.

Art. 2. Les grades et emplois ainsi que leur classification hiérarchique sont déterminés comme suit :

Inspecteur général ;

Ingénieur en chef de 1re et de 2e classe ;

Ingénieur de 1re, de 2e et de 3e classe ;

Sous-ingénieur.

Art. 3. Des expéditionnaires sont adjoints au corps sans en faire partie.

Art. 4. Les membres du corps sont nommés par Nous. Le ministre nomme les expéditionnaires.

Art. 5. Les cadres du corps sont divisés en trois sections, savoir :

Section d'activité ;

Section de disponibilité ;

Section de non-activité.

Art. 6. Sont placés dans la section d'activité :

1° Les membres du corps attachés à l'administration centrale des ponts et chaussées et des mines ;

2° Ceux qui sont chargés du service dans les provinces.

Le cadre de la section d'activité est limité comme suit :

1 inspecteur-général ;

2 ingénieurs en chef de 1re ou de 2e classe ;

21 ingénieurs de 1re, de 2e ou de 3e classe ;

26 sous-ingénieurs.

Le nombre des expéditionnaires est fixé par le ministre en raison des besoins du service.

Art. 7. Sont placés dans la section de disponibilité :

1° Les membres du corps qui par suite de suppression d'emploi ne peuvent être maintenus dans la section d'activité ;

2° Ceux qui pour cause de maladie ou d'infirmités, ou pour d'autres motifs, se trouvent momentanément dans l'impossibilité de remplir convenablement leurs fonctions ;

3° Ceux qui sont détachés à un département ministériel pour un service en dehors des attributions des ingénieurs des mines ;

4° Ceux qui, par suite de congé, se retirent temporairement du service de l'État pour s'attacher au service des compagnies, ou pour toute autre cause analogue.

Les membres du corps compris dans les 1re, 2e et 3e catégories participent à l'avancement au même titre que ceux placés dans la section d'activité.

Les membres du corps compris dans les 1re et 2e catégories jouissent de la moitié de leur traitement d'activité, s'ils ont moins de dix années de service effectif, et des deux tiers s'ils ont plus de dix années de service effectif.

Lorsque des vacances se présentent dans le cadre d'activité, il y est pourvu, en général, par le personnel compris dans la section de disponibilité.

Art. 8. Sont placés dans la section de non-activité les membres du corps coupables de négligence habituelle ou de faits graves qui n'entraînent pas la révocation.

Il peut leur être accordé, au maximum, s'ils ont plus de dix années de service effectif, la moitié de leur traitement d'activité, et le tiers s'ils ne comptent pas dix années de service effectif.

Art. 9. La mise en disponibilité et la mise en non-activité sont prononcées par Nous.

Art. 10. La position de disponibilité et de non-activité des expéditionnaires est réglée par le ministre d'après les principes posés plus haut.

Art. 11. Lorsque des membres du corps sont en relations de service avec des fonctionnaires militaires, leur rang est établi d'après l'assimilation suivante :

Inspecteur général, lieutenant général ;
Ingénieur en chef de 1re classe, colonel ;
Ingénieur en chef de 2e classe, lieutenant-colonel ;
Ingénieur de 1re classe, major ;
Ingénieur de 2e classe, capitaine de 1re classe ;
Ingénieur de 3e classe, capitaine de 2e classe ;
Sous-ingénieur, lieutenant.

Administration centrale. — Conseil des ingénieurs des mines.

Art. 12. L'inspecteur général est attaché à l'administration centrale des ponts et chaussées et des mines. Il peut lui être adjoint un sous-ingénieur ou un ingénieur ainsi qu'un commis.

Les bureaux de ce fonctionnaire sont établis au local du département des travaux publics.

Art. 13. Le conseil des ingénieurs des mines est composé :

Du directeur général de l'administration des ponts et chaussées et des mines, président;

De l'inspecteur général des mines;

Des deux ingénieurs en chef;

D'un ou de plusieurs ingénieurs de 1re ou de 2e classe, à désigner chaque année par le ministre.

Le directeur à l'administration centrale ayant la direction des mines dans ses attributions ou, à son défaut, l'officier des mines adjoint à l'inspecteur général, remplit les fonctions de secrétaire sans voie délibérative.

Art. 14. Le conseil se réunit sur la convocation du ministre.

Il donne son avis motivé sur toutes les questions d'art, d'administration, de police, de personnel qui lui sont soumises par le ministre.

Il soumet au ministre toutes les propositions que lui dicte l'intérêt du service.

Division du territoire. — Répartition du service et du personnel. Mutations. — Résidences.

Art. 15. Le service des mines forme deux directions, comprenant : la première la province de Hainaut ; la seconde, les huit autres provinces. Les directions sont subdivisées, par le ministre, en arrondissements et ceux-ci en districts, en prenant pour base le nombre de siéges d'extraction des mines, leur importance, les difficultés d'exploitation et subsidiairement la distance des exploitations les unes des autres.

Art. 16. Le ministre répartit le personnel entre les divers services. Il statue sur les mutations d'emploi et désigne, au besoin, les intérimaires.

Art. 17. En cas d'extrême urgence, les ingénieurs en chef pourvoient provisoirement à l'intérim sauf à en informer immédiatement le ministre.

Art. 18. Dans le dernier mois de chaque année, les ingénieurs en chef soumettent à l'approbation du ministre, pour l'année suivante, un tableau détaillé de la répartition de leur service et du personnel placé sous leurs ordres. Ce tableau étant approuvé ne peut plus être modifié sans l'autorisation du ministre.

Art. 19. La résidence des ingénieurs en chef est fixée, pour celui de la première direction, à Mons, et pour celui de la deuxième direction, à Liége.

La résidence des ingénieurs et des sous-ingénieurs est fixée par le ministre.

Fonctions et attributions spéciales.

Art. 20. L'inspecteur général concourt, sous les ordres du directeur général, à l'expédition de toutes les affaires à l'administration centrale.

Il donne son avis motivé sur les affaires qui lui sont communiquées par le ministre.

Il a la surveillance des services en province, et en fait tous les ans, au moins, une inspection détaillée; il se transporte, en outre, en tout temps sur les points où sa présence est nécessaire. Il correspond avec les ingénieurs en chef et les ingénieurs.

Le résultat de chacune de ses tournées est consigné dans un rapport qu'il adresse au ministre aussitôt après son retour dans sa résidence.

Il soumet au ministre les propositions dont l'adoption lui semble avantageuse pour l'administration ou pour l'industrie.

Art. 21. Les ingénieurs en chef sont placés à la tête des directions. Ils portent le titre d'ingénieur en chef directeur.

Ils ont pour mission d'assurer la marche régulière du service.

Ils veillent à l'exécution des lois, règlements et arrêtés relatifs aux attributions du corps des ingénieurs des mines.

Ils visitent les établissements compris dans leur direction assez souvent pour se tenir au courant des circonstances et des détails dont la connaissance est nécessaire à l'accomplissement de leur mission.

Ils donnent au ministre, au gouverneur et à la députation permanente du conseil provincial les renseignements et avis qui leur sont demandés, et leur adressent les rapports et propositions qu'ils jugent utiles au bien du service et à la prospérité de l'industrie nationale.

Art. 22. Les ingénieurs de 1re ou de 2e classe sont placés à la tête des arrondissements, sous les ordres des ingénieurs en chef.

Ils portent le titre d'ingénieur principal.

Ils visitent fréquemment et en détail les établissements compris dans leur ressort.

Ils veillent et participent à l'exécution des lois, règlements et arrêtés selon ce qui est prescrit dans ces diverses dispositions.

Ils donnent leur avis motivé sur toutes les affaires entrant dans leurs attributions.

Ils donnent à l'ingénieur en chef tous les renseignements qui leur sont demandés et lui soumettent toutes les propositions qu'ils jugent utiles.

Ils sont autorisés à correspondre directement avec les gouverneurs pour le service des machines à vapeur.

Art. 23. Les ingénieurs de 3e classe sont placés sous les ordres des ingénieurs en chef ou des ingénieurs principaux; ils les secondent dans l'accomplissement de leurs divers travaux.

Ceux qui sont attachés aux ingénieurs d'arrondissement sont chargés, en outre, de la surveillance d'un certain nombre d'établissements; ils sont soumis, sous ce rapport, aux obligations imposées par l'article suivant aux sous-ingénieurs.

Ils remplacent les ingénieurs principaux en cas d'absence, de maladie ou d'autres empêchements.

Ils peuvent être appelés à diriger un arrondissement ou être placés en service général.

Art. 24. Les sous-ingénieurs sont attachés aux ingénieurs en chef pour les seconder dans le service général ou préposés au service des districts sous les ordres des ingénieurs d'arrondissement.

Ils inspectent, aussi souvent que leurs chefs le jugent nécessaire, les établissements compris dans leurs districts. Ils visitent en détail, au moins une fois par semestre, les travaux intérieurs de toutes les mines dont la surveillance leur est confiée, en exerçant une attention spéciale sur celles qui offrent le plus de dangers pour les mineurs.

Dans ces visites, ils portent principalement leur attention sur ce qui intéresse l'aménagement des travaux, la conservation de la mine et la sûreté des mineurs; sur les moyens d'éclairage, d'aérage, de soutènement, d'abatage, d'extraction, d'épuisement et de descente; sur l'emploi de la poudre, la conservation des eaux et des propriétés de la surface; ils vérifient les plans d'avancement des travaux, constatent la tenue régulière des registres d'avan-

cement, procèdent au contrôle des ouvriers et de leurs livrets, etc. Ils surveillent l'exécution des règlements sur les machines à vapeur.

Ils constatent, par procès-verbaux, les accidents ainsi que les contraventions de toute nature aux lois, règlements et arrêtés relatifs au service du corps des ingénieurs des mines.

Ils dépouillent les éléments nécessaires à l'assiette de la redevance proportionnelle et réunissent les documents de la statistique détaillée des mines, minières, carrières, usines et machines à vapeur.

Ils procèdent à la vérification des plans de surface des demandes en concession de mines et des plans d'établissement ou de changement d'usines.

Ils soumettent à leur chef des rapports périodiques de leurs opérations et inscrivent, dans un registre ouvert pour cet objet au bureau de l'ingénieur d'arrondissement, le résultat des observations faites dans leurs tournées.

Conditions d'admission. — Promotions. — Avancement. — Ancienneté.

Art. 25. Nul n'est admis dans le corps des ingénieurs des mines, s'il n'est Belge, âgé de 21 ans au moins et de 30 ans au plus.

Art. 26. Les places de sous-ingénieurs sont accordées aux ingénieurs honoraires du dernier concours annuel en suivant l'ordre de mérite qui leur a été assigné.

A leur défaut, elles sont accordées aux ingénieurs honoraires du concours précédent.

Art. 27. Les ingénieurs de 3e classe sont pris parmi les sous-ingénieurs.

Il est tenu compte, pour la collation de ce grade, de l'ancienneté et de l'importance des services, des preuves de zèle et de capacité données par les candidats dans l'exercice de leurs fonctions et de leur cote de mérite comme ingénieur honoraire.

Notre ministre apprécie ces derniers titres sur le rapport du conseil des ingénieurs des mines.

Les ingénieurs de 2e et de 1re classe sons choisis dans les classes respectivement inférieures.

Les ingénieurs en chef de 2e classe sont choisis parmi les ingénieurs de 1re ou de 2e classe indistinctement.

Les ingénieurs en chef de 1re classe sont choisis parmi ceux de 2e classe, et l'inspecteur général dans les deux classes d'ingénieurs en chef indistinctement.

Art. 28. En général, nul n'obtient une promotion s'il n'a servi au moins deux ans dans son grade. De même nul n'obtient une augmentation qu'après deux années de jouissance de son traitement.

Art. 29. L'avancement dans le cadre d'activité n'est accordé que suivant les besoins du service et dans les limites du cadre.

Art. 30. L'ancienneté dans chaque grade est déterminée par le temps de service effectif dans le grade. En cas d'égalité, il est déterminé par le temps de service effectif dans le grade immédiatement inférieur et ainsi de suite, s'il y a lieu, en prenant pour base dernière l'ordre de mérite résultant des procès-verbaux d'examen.

Subordination. — Absences. — Congés. — Peines disciplinaires.

Art. 31. Les membres du corps doivent une entière subordination à leurs supérieurs en grade ou classe.

Art. 32. Lorsque des membres du corps de même rang sont en relations de service, le commandement et la préséance appartiennent au plus ancien en grade.

Art. 33. Aucun fonctionnaire ou employé ne peut s'absenter de son poste sans une autorisation préalable, excepté dans les cas ci-après :

1° S'il est convoqué comme électeur ;

2° S'il est appelé à siéger comme juré ;

3° S'il est cité comme témoin ;

4° S'il est requis pour le service de la garde civique.

Les fonctionnaires et employés qui s'absentent dans l'un des cas prévus plus haut, doivent en informer, sur-le-champ, leur chef immédiat.

Art. 34. Les congés ne dépassant pas dix jours sont accordés par les ingénieurs en chef à tous leurs subordonnés et par le ministre aux ingénieurs en chef et à l'inspecteur général.

Les congés de plus de dix jours et ne dépassant pas un an sont accordés par le ministre, qui en fixe les conditions.

Les congés de plus d'un an et les congés illimités sont accordés par Nous.

Art. 35. Les congés demandés en vue de quitter temporairement le service de l'État ne sont accordés qu'aux membres du corps qui comptent au moins cinq années de service effectif dans le corps.

Art. 36. Sauf le cas de maladie dûment constatée, les congés de plus de 15 jours ne sont accordés, en général, qu'avec privation de traitement.

Art. 37. Si un fonctionnaire ou employé s'absente sans une autorisation préalable ou dépasse le terme de son congé, il est privé de son traitement, dans les deux cas, pour toute la durée de l'absence non autorisée, sans préjudice d'autres mesures disciplinaires, s'il y a lieu.

Art. 38. Les fonctionnaires et employés sont passibles, selon la gravité des faits, des peines disciplinaires suivantes :

1° La réprimande;

2° La privation de traitement pendant un mois au plus;

3° La suspension de fonctions limitée à deux mois au plus (elle entraîne de plein droit la privation du traitement);

4° La mise en non-activité;

5° La révocation.

La réprimande est donnée par le ministre aux fonctionnaires du grade d'ingénieur en chef et au-dessus. Elle peut être infligée par les ingénieurs en chef et par les ingénieurs à tous leurs subordonnés.

L'ingénieur qui inflige la réprimande doit en donner connaissance à son chef immédiat.

La privation de traitement ne dépassant pas dix jours peut être infligée par les ingénieurs en chef à tous leurs subordonnés.

La privation de traitement dépassant dix jours et la suspension de fonctions sont infligées par le ministre.

La mise en non-activité et la révocation sont prononcées par Nous à l'égard des membres du corps et par le ministre à l'égard des expéditionnaires.

Les ingénieurs en chef donnent connaissance au ministre de toutes les punitions infligées par eux ou par les ingénieurs placés sous leurs ordres.

Toutes les punitions sont mentionnées dans les états de service; elles peuvent être rayées par le ministre, soit d'office, soit sur la proposition des ingénieurs en chef.

Aucune punition n'est infligée avant que le fonctionnaire ou l'employé inculpé n'ait été entendu dans ses moyens de justification.

Les retenues opérées sur les traitements par suite de mesures disciplinaires sont versées à la caisse des veuves et orphelins du département des travaux publics en conformité de la loi du 21 juillet 1844.

Traitements. — Frais de bureau et de déplacement.

Art. 39. Les traitements d'activité des membres du corps et des expéditionnaires sont fixés comme suit :

Inspecteur général . . . . fr.	9,000 à 10,000
Ingénieur en chef de 1re classse	7,000 à 8,000
Ingénieur en chef de 2e classe.	6,000
Ingénieur de 1re classe	4,000 à 5,000
Ingénieur de 2e classe	3,500
Ingénieur de 3e classe.	3,000
Sous-ingénieur.	2,000 à 3,000
Expéditionnaire	1,000 à 1,200

Art. 40. Lorsqu'un membre du corps remplit les fonctions d'un grade supérieur au sien, sans qu'il y ait de titulaire, il lui est alloué, en sus de son traitement propre, la moitié de la différence entre ce traitement et celui de la dernière classe du grade du titulaire dont il fait l'intérim. Il reçoit, en outre, les indemnités pour frais de bureau et de déplacement attribuées à ces fonctions.

Art. 41. Les indemnités pour frais de bureau et de déplacement des membres du corps chargés d'un service actif sont fixées, chaque année, dans le courant du premier trimestre, par le ministre à raison de l'importance et de l'étendue de leur service et dans la limite des chiffres suivants :

Frais de bureau.

Ingénieur en chef . . . . fr.	800
Ingénieur principal de 1re et de 2e classe.	400

Frais de déplacement

Inspecteur général. . . . . fr. 1,500
Ingénieur en chef 1,200
Ingénieur principal de 1re et de 2e classe 900

Les ingénieurs de 3e classe et les sous-ingénieurs reçoivent des indemnités de déplacement payables sur états trimestriels et calculées d'après le tarif suivant :

GRADES.	INDEMNITÉS		
	par visite intérieure des mines.	par cinq kilomètres.	par nuit de séjour.
	Fr. C.	Fr. C	Fr C.
Ingénieur de troisième classe. . .	9 »	» 75	6 »
Sous-ingénieur	6 »	» 50	4 »

Les indemnités de 9 fr. et 6 fr. allouées pour la visite des mines peuvent être réduites à la moitié selon les cas ; les ingénieurs en chef et les ingénieurs principaux ont égard pour cette appréciation à la nature des travaux à parcourir, ainsi qu'au temps et aux soins que réclame chaque visite et au danger qu'elle présente.

En général, plusieurs visites opérées le même jour ne peuvent donner lieu à une rémunération supérieure à 9 fr. ou 6 fr., selon le grade.

Les ingénieurs en chef et les ingénieurs principaux visent les états de leurs subordonnés et en retranchent toutes les tournées qui ne sont pas suffisamment motivées.

La somme globale à allouer pour les indemnités déterminées plus haut est fixée, chaque année, par le ministre ; elle ne peut dépasser un maximum calculé d'après les bases suivantes :

Par ingénieur de 3e classe soumis à des déplacements 750 fr., par sous-ingénieur soumis à des déplacements 500 fr.

Le conseil des ingénieurs fait chaque année, sur l'avis des ingénieurs en chef, la répartition de l'allocation entre les directions et les arrondissements suivant leurs besoins respectifs; cette répartition est soumise à l'approbation du ministre.

Le maximum accordé à chaque direction et à chaque arrondissement ne peut être dépassé, à moins de circonstances imprévues et d'une autorisation préalable du ministre.

Art. 42. Lorsqu'un membre du corps est chargé d'un service extraordinaire soit comme attributions uniques, soit cumulativement avec son service ordinaire, le ministre peut lui allouer un supplément d'indemnité fixe de déplacement ou l'autoriser à présenter des états de frais de voyage établis conformément au tarif fixé par Notre arrêté du 25 octobre 1850. Il peut lui allouer, en outre, un supplément d'indemnité pour frais de bureau.

Art. 43. Tout déplacement imprévu effectué en dehors du ressort, en vertu d'un ordre du ministre, peut donner lieu à une indemnité calculée d'après le même tarif.

Art. 44. En cas de mission à l'étranger, Notre ministre fixe les indemnités de déplacement.

Incompatibilités.

Art. 45. Les fonctionnaires et employés placés dans la section d'activité ne peuvent gérer aucun autre emploi salarié par l'État, les provinces, les communes ou les administrations publiques.

Il leur est également interdit d'accepter un mandat électif, d'exercer une profession lucrative, de faire, soit par eux-mêmes, soit sous le nom de leur épouse ou de toute autre personne interposée, aucune espèce de commerce et de participer à la direction ou à l'administration d'une société ou d'un établissement commercial ou industriel.

Le ministre peut, dans des cas particuliers, les relever de ces interdictions.

Art. 46. Les ingénieurs des mines ne peuvent être intéressés dans les exploitations de mines situées dans leurs ressorts.

Les ingénieurs ou autres officiers des mines ne peuvent exercer leurs fonctions dans un arrondissement administratif des mines si, eux, leurs épouses ou leurs parents en ligne directe sont inté-

ressés dans une exploitation de mines situées dans ce ressort. (Article 18 de la loi du 2 mai 1837).

Costume.

Art. 47. Le costume des membres du corps est déterminé par disposition royale spéciale.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 48. Avant d'entrer en service, les membres du corps des mines et les employés prêtent le serment prescrit par le décret du congrès national du 20 juillet 1831.

Art. 49. Les membres du corps démissionnés honorablement ou mis à la retraite, peuvent être autorisés à conserver leur grade, à titre honorifique, et à porter le costume de ce grade.

Art. 50. En cas de mise en disponibilité ou en non-activité, de démission, de révocation, de retraite et de décès d'un membre du corps, il est procédé, à la diligence de son chef immédiat, au récolement de l'inventaire de ses bureaux et à la remise à son successeur de ses archives, mémoires, plans, cartes, livres, instruments, etc.

Le double de cet inventaire est adressé au département des travaux publics par la voie hiérarchique.

Art. 51. Sont abrogés, Nos arrêtés des 15 octobre 1847, 27 janvier 1850, 28 mars 1850, 20 mars 1854, 30 mars 1855 et 11 août 1856, ainsi que toutes autres dispositions qui seraient contraires au présent arrêté.

DISPOSITION TRANSITOIRE.

Art. 52. Les fonctionnaires et employés dont les traitements actuels sont inférieurs aux taux les plus bas fixés par l'art. 39, jouiront du minimum du traitement nouveau afférent à leur grade ou classe, à partir du 1er janvier 1860, à moins que des dispositions spéciales ne soient prises à leur égard.

Notre ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Laeken, le 25 mai 1860.

Par le roi : LÉOPOLD.

Le ministre des travaux publics,

J. VANDERSTICHELEN.

II.

ARRÊTÉ ROYAL DU 18 JUILLET 1860 ORGANIQUE DU SERVICE ET DU CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES.

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, SALUT.

Revu Nos arrêtés du 26 janvier 1850, organique du service et du corps des ponts et chaussées; du 1er février 1850, qui fixe le classement des membres du corps; des 21 février 1850, 31 décembre 1851 et 1er mai 1857, concernant le cadre d'activité et les traitements des employés subalternes des ponts et chaussées; des 31 décembre 1851 et 15 mars 1854, concernant le cadre d'activité du corps ainsi que les services spéciaux, et du 29 décembre 1859, concernant les services d'inspection dès ponts et chaussées et la composition du comité permanent consultatif des travaux publics;

Revu les articles 10, 14 et 15 de Notre arrêté du 27 janvier 1850, concernant le personnel de l'administration centrale des ponts et chaussées;

Voulant réunir en un seul contexte les diverses dispositions organiques du service et du corps des ponts et chaussées;

Vu l'art. 14 de Notre arrêté du 10 août 1844, ainsi que Notre arrêté du 26 février 1850, relatifs au recrutement des sous-ingénieurs et des conducteurs des ponts et chaussées;

Vu Notre arrêté du 17 août 1849, qui place le service de construction et d'entretien des prisons dans les attributions du département de la justice.

Vu Notre arrêté du 23 octobre 1850, qui fixe les indemnités de déplacements extraordinaires des membres du corps des ponts et chaussées;

Sur la proposition de Notre ministre des travaux publics,

Nous avons arrêté et arrêtons :

ATTRIBUTIONS DU CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Art. 1er. Le corps des ponts et chaussées est chargé, sous l'autorité de Notre ministre des travaux publics,

1° De l'étude et de la rédaction des projets, de la direction et de la surveillance de tous les travaux publics à exécuter, soit par l'État, soit par les provinces, pour le service des routes, canaux, rivières, ports, côtes, bâtiments civils, à l'exception des prisons, ainsi que pour l'établissement de nouvelles lignes de chemins de fer ;

2° De la surveillance des travaux existants qui appartiennent à l'État ou aux provinces, à l'exception des chemins de fer de l'État et des prisons ;

3° De la police des routes, des voies navigables, des ports et côtes ;

4° De l'examen des projets et de la surveillance des travaux publics à exécuter par voie de concession, ainsi que de la surveillance des travaux existants ;

5° De la surveillance des ouvrages appartenant à des administrations publiques ou à des particuliers lorsque ces ouvrages se lient aux intérêts généraux ;

6° De la surveillance des machines et chaudières à vapeur, dans les provinces qui ne sont pas comprises dans le ressort administratif des ingénieurs des mines, à l'exception de celles qui servent à l'exploitation des chemins de fer de l'État ou qui sont régies par la loi du 21 avril 1810 ;

7° De l'instruction des affaires relatives aux usines établies ou à établir sur les rivières et autres cours d'eau, ainsi que de celles concernant les polders, les wateringues et les défrichements.

COMPOSITION ET CLASSIFICATION HIÉRARCHIQUE DU CORPS.

Art. 2. Les grades et emplois des membres du corps, ainsi que leur classification hiérarchique, sont déterminés comme suit :

Inspecteur général ;

Ingénieur en chef de 1re et de 2e classe ;

Ingénieur de 1re, de 2e et de 3e classe ;

Sous-ingénieur ;

Conducteur principal ;

Conducteur de 1re, de 2e et de 3e classe.

Art. 3. Les grades et emplois du personnel adjoint au corps, sans en faire partie, sont déterminés comme suit :

Service des bureaux.

Chef de bureau ;
Commis rédacteur ;
Commis de 1re, de 2e et de 3e classe ;
Messager.

Service des voies navigables.

Sergent d'eau ;
Garde-canal, garde-rivière ;
Éclusier-receveur, éclusier ;
Aide-éclusier, garde-déversoir ;
Pontonnier, passeur d'eau ;
Machiniste.

Service des ports et côtes.

Cantonnier maritime ;
Garde-dunes.

Service extraordinaire.

Aide temporaire.

Art. 4. Les membres du corps ainsi que les chefs de bureau sont nommés par Nous.

Le ministre nomme les employés adjoints et les aides temporaires ; les fonctions de ces derniers cessent de plein droit dès que le service extraordinaire, qui a motivé leur admission, est terminé.

Art. 5. Les cadres du corps et du personnel adjoint sont divisés en trois sections, savoir :

Section d'activité ;
Section de disponibilité ;
Section de non-activité.

Art. 6. Sont placés dans la section d'activité :

1° Les membres du corps attachés à l'administration centrale des ponts et chaussées et des mines.

2° Le personnel chargé du service dans les provinces.

Le cadre de la section d'activité est limité comme suit :

1 inspecteur général ;
10 ingénieurs en chef de 1re ou de 2e classe ;
38 ingénieurs de 1re, de 2e ou de 3e classe ;
9 sous-ingénieurs ;
8 conducteurs principaux ;

112 conducteurs de 1re, de 2e ou de 3e classe;
9 chefs de bureau.

Le nombre des employés subalternes est déterminé par le ministre, en raison des besoins du service.

Art. 7. Sont placés dans la section de disponibilité :

1° Les fonctionnaires et employés qui, par suite de suppression d'emploi, ne peuvent être maintenus dans la section d'activité;

2° Les fonctionnaires et employés qui, pour cause de maladie ou d'infirmités ou pour d'autres motifs, se trouvent momentanément dans l'impossibilité de remplir convenablement leurs fonctions;

3° Les membres du corps détachés à un département ministériel pour un service en dehors des attributions des ingénieurs des ponts et chaussées;

4° Les membres du corps attachés à l'administration des chemins de fer de l'État;

5° Les fonctionnaires et employés qui, par suite de congés, se retirent temporairement du service de l'État pour s'attacher au service des compagnies ou pour toute autre cause analogue.

Le personnel compris dans les première, deuxième et troisième catégories participe à l'avancement avec celui compris dans la section d'activité.

Les fonctionnaires et employés placés dans les première et deuxième catégories jouissent de la moitié de leur traitement d'activité, s'ils ont moins de dix années de service effectif et des deux tiers, s'ils ont plus de dix années de service effectif.

Lorsque des vacances se présentent dans le cadre de la section d'activité, il y est pourvu, en général, par le personnel compris dans la section de disponibilité.

Art. 8. Sont placés dans la section de non-activité, les fonctionnaires et employés qui font preuve de négligence habituelle ou qui se sont rendus coupables de fautes graves qui n'entraînent pas la révocation.

Il peut leur être accordé, s'ils ont plus de dix années de service effectif, la moitié, au maximum, de leur traitement d'activité et le tiers ou une quotité moindre s'ils n'ont pas dix années de service effectif.

Art. 9. La mise en disponibilité et la mise en non activité sont

prononcées conformément aux distinctions établies à l'art. 4 pour les nominations.

Art. 10. Lorsque les membres du corps sont en relations de service avec des fonctionnaires militaires, leur rang est établi d'après l'assimilation suivante :

Inspecteur général, lieutenant général ;

Ingénieur en chef de première classe, colonel ;

Ingénieur en chef de deuxième classe, lieutenant-colonel ;

Ingénieur de première classe, major ;

Ingénieur de deuxième classe, capitaine de première classe ;

Ingénieur de troisième classe, capitaine de deuxième classe ;

Sous-ingénieur,
Conducteur principal,
Conducteur de première classe, } lieutenant ;

Conducteur de deuxième et de troisième classe, sous-lieutenant.

ADMINISTRATION CENTRALE. — COMITÉ PERMANENT CONSULTATIF.

CONSEIL DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Art. 11. L'inspecteur général est attaché à l'administration centrale des ponts et chaussées et des mines. Il peut lui être adjoint un sous-ingénieur ou un ingénieur, ainsi qu'un commis.

Il est attaché à la même administration un ingénieur ou un ingénieur en chef, secondé par un conducteur ou un commis.

Les bureaux de ces fonctionnaires et employés sont établis au local du département des travaux publics.

Art. 12. Le comité permanent consultatif des travaux publics est composé :

Du directeur général de l'administration des ponts et chaussées et des mines, de l'inspecteur général, du directeur à l'administration centrale, dont le service est en cause, de l'ingénieur en chef directeur des ponts et chaussées dans la province de Brabant.

Le comité est convoqué et présidé par le directeur général.

Les fonctions de secrétaire sont remplies par l'ingénieur attaché à l'administration centrale.

Le secrétaire du comité a voix délibérative.

Le comité donne son avis motivé sur les projets, questions

d'art ou toutes autres que le ministre ou le directeur général lui soumet.

Art. 13. Le conseil des ponts et chaussées est composé des membres du comité permanent et de deux ingénieurs en chef à désigner chaque année par le ministre.

Il est présidé par le directeur général; le secrétaire du comité remplit également les fonctions de secrétaire du conseil avec voix délibérative.

Le conseil se réunit sur la convocation du ministre. Il donne son avis motivé sur les projets, questions d'art ainsi que sur les propositions d'avancement des membres du corps des ponts et chaussées. Il soumet au ministre toute proposition que lui dicte l'intérêt du service.

DIVISION DU TERRITOIRE, RÉPARTITION DU SERVICE ET DU PERSONNEL, MUTATIONS, RÉSIDENCES.

Art. 14. Le territoire du royaume est partagé, sous le rapport du service des ponts et chaussées, en autant de directions qu'il y a de provinces.

Chaque province est subdivisée en arrondissements et chaque arrondissement en districts. Ces subdivisions sont établies par le ministre en prenant pour base l'étendue et l'importance du service.

Art. 15. Le ministre répartit le personnel entre les divers services. Il statue sur les mutations d'emploi et désigne au besoin les intérimaires.

En cas d'extrême urgence, les chefs de service pourvoient provisoirement à l'intérim, sauf à en informer immédiatement le ministre.

Dans le dernier mois de chaque année, les chefs de service soumettent à l'approbation du ministre, pour l'année suivante, un tableau détaillé de la répartition de leur service et de leur personnel. Ce tableau étant approuvé ne peut être modifié sans l'autorisation du ministre.

Art. 16. Les ingénieurs en chef ainsi que le personnel de leurs bureaux résident au chef-lieu de la province.

Le ministre fixe la résidence des ingénieurs ordinaires et du

personnel de leurs bureaux ainsi que des sous-ingénieurs et des conducteurs.

La résidence des autres agents est fixée par les chefs de service.

FONCTIONS ET ATTRIBUTIONS SPÉCIALES.

Art. 17. L'inspecteur général concourt, sous les ordres du directeur général des ponts et chaussées et des mines, à l'expédition des affaires à l'administration centrale.

Il donne son avis motivé sur toutes les affaires qui lui sont envoyées par le ministre ou par le directeur général et se rend au besoin sur le terrain pour former son opinion sur les projets présentés par les ingénieurs en chef.

Il a la surveillance des services en province et correspond avec les ingénieurs en chef et les ingénieurs ordinaires chargés de ces services.

Il visite, aussi souvent que l'intérêt du service l'exige, les travaux en cours d'exécution et rend compte de ses tournées au ministre par des rapports spéciaux.

Il s'assure principalement de la bonne exécution des travaux et de l'accomplissement des clauses et conditions des entreprises.

Il appelle l'attention du ministre sur les améliorations à apporter au système de voies de communication établies dans le royaume, et, en général, à toutes les autres parties du service des ponts et chaussées.

Il fait tous les ans la visite des ouvrages existants qui ont une certaine importance et adresse à ce sujet un rapport détaillé au ministre.

Avant de commencer ses tournées, il confère avec le directeur général sur les points du service qui doivent plus particulièrement fixer son attention.

Art. 18. L'ingénieur, le conducteur ou le commis dont il est parlé à l'art. 11 sont chargés de seconder le directeur général.

Art. 19. Les ingénieurs en chef sont placés à la tête des directions en province et ont pour mission de diriger et de surveiller tout ce qui concerne le service des ponts et chaussées dans leur ressort respectif.

Ils soumettent à l'approbation du ministre les projets de tra-

vaux. Il leur est formellement interdit d'apporter aucune modification aux projets approuvés ou de faire exécuter des travaux non prévus, à moins d'en avoir obtenu préalablement l'autorisation du ministre. Toutefois, dans le cas de force majeure, ils peuvent prendre les mesures que les circonstances réclament, sauf à en donner connaissance au ministre endéans les deux jours.

Ils veillent à l'exécution des lois, règlements et arrêtés relatifs au service des ponts et chaussées. Ils assistent aux adjudications et donnent leurs conclusions sur les résultats qu'elles ont eus. En cas d'empêchement, ils peuvent se faire remplacer par un ingénieur placé sous leurs ordres, sauf à en prévenir le ministre.

Ils délivrent, s'il y a lieu, sur le vu des procès-verbaux dressés par les ingénieurs, les certificats de payement au profit des entrepreneurs, soit à titre d'à-compte, soit pour solde.

Ils soumettent tous les ans au ministre leurs propositions détaillées et développées pour la formation du projet de budget des dépenses.

Ils instruisent les affaires qui leur sont envoyées par le ministre, par le directeur général ou par les gouverneurs, à fin d'avis.

Ils font, au moins deux fois par an, la visite détaillée de leur service, indépendamment de la surveillance active qu'ils sont tenus d'exercer sur les travaux en cours d'exécution. Ces visites font l'objet d'un rapport au ministre.

Dans des cas exceptionnels, le ministre peut les charger de la direction des travaux ou de la surveillance des voies de communication qui se trouvent en dehors de leur ressort, soit en partie soit en totalité.

Ils portent le titre d'ingénieur en chef directeur des ponts et chaussées.

Ils correspondent directement avec le ministre, les gouverneurs et le directeur général.

Art. 20. Les ingénieurs en fonctions dans les provinces sont préposés au service des arrondissements sous les ordres des ingénieurs en chef.

Dans des cas exceptionnels, ils peuvent être placés en service général.

Ils dressent, sous la direction de l'ingénieur en chef, les projets dont l'étude leur est confiée et exercent une surveillance active

et continue sur les travaux de construction et d'entretien.

Ils veillent à l'exécution des lois, règlements et arrêtés relatifs au service des ponts et chaussées.

Ils prescrivent les manœuvres à faire dans l'intérêt de la navigation et du libre écoulement des eaux des rivières navigables et flottables et des canaux.

Ils font, tous les trois mois au moins, une inspection complète des travaux compris dans leur arrondissement, les visitent en détail et rendent compte de leurs tournées à l'ingénieur en chef par des rapports indiquant les mesures dont l'adoption leur semble utile à l'intérêt du service.

Ils constatent les qualités, les quantités et l'emploi des matériaux; font les métrés et les vérifications des travaux, règlent provisoirement les comptes et adressent à l'ingénieur en chef les procès-verbaux de réception provisoire et définitive à joindre aux certificats de payement.

Art. 21. Les sous-ingénieurs sont placés en service général dans les directions sous les ordres immédiats des ingénieurs en chef.

Le ministre peut leur confier des missions spéciales se rattachant soit aux travaux ordinaires, soit aux travaux extraordinaires. Dans ce cas, ils sont placés sous les ordres immédiats des ingénieurs chargés de la direction de ces travaux.

Art. 22. Les conducteurs sont préposés au service des districts sous les ordres immédiats des ingénieurs.

Ils surveillent les travaux de construction et d'entretien dans les moindres détails.

Ils exercent un contrôle vigilant et sévère sur les entrepreneurs et leurs agents; tiennent, s'il y a lieu, les états d'ouvriers; visitent et reçoivent provisoirement les matériaux et en surveillent l'emploi; aident les ingénieurs à faire les métrés, vérifications, dessins et nivellements, à lever les plans, sonder les rivières, etc., etc.

Ils font au moins une tournée par mois dans toute l'étendue de leur district.

Les rapports circonstanciés qu'ils adressent à l'ingénieur, à la suite de ces tournées, embrassent, sans exception, tous les ouvrages compris dans leur district.

Ils sont spécialement chargés de constater les contraventions

aux lois, règlements et arrêtés concernant le service des ponts et chaussées. Sauf les cas d'urgence, dans lesquels les procès-verbaux de contravention sont envoyés au ministère public près le tribunal compétent, ces procès-verbaux sont transmis à l'ingénieur en chef après avoir été affirmés, pour y être donné suite s'il y a lieu.

Art. 23. Les chefs de bureau et les messagers sont attachés aux bureaux des ingénieurs en chef.

Les commis sont attachés aux mêmes bureaux et à ceux des ingénieurs. Néanmoins, le ministre peut, dans des cas exceptionnels, les employer temporairement à l'étude et à la surveillance des travaux extraordinaires ; dans ce cas, leur traitement est imputé, pendant toute la durée de leur mission, sur les crédits spéciaux votés pour l'exécution de ces travaux.

Les sergents d'eau, les gardes-rivières, éclusiers et autres agents subalternes dont le titre définit suffisamment les attributions, exercent leurs fonctions conformément aux ordres de leurs chefs.

CONDITIONS D'ADMISSION. — PROMOTIONS. — AVANCEMENT. ANCIENNETÉ.

Art. 24. Nul n'est admis dans le corps ou aux emplois mentionnés à l'art. 3 s'il n'est Belge, âgé de 21 ans au moins et de 35 ans au plus.

Art. 25. Le ministre détermine les conditions d'aptitude pour l'admission aux emplois subalternes.

Les conducteurs honoraires qui, à raison de leur rang de classement ou à défaut de vacance, ne peuvent être admis dans le corps obtiennent la préférence pour les emplois d'aide temporaire et de commis de 3e classe.

Art. 26. Les chefs de bureau sont choisis parmi les commis rédacteurs, et ceux-ci parmi les commis de 1re classe qui ont satisfait à un examen dont le ministre détermine le programme.

Art. 27. Les places de conducteur de 3e classe sont accordées aux conducteurs honoraires du dernier concours annuel en suivant l'ordre de mérite qui leur a été assigné à la suite de ce concours. A leur défaut, il y est pourvu par les conducteurs honoraires du concours précédent.

Toutefois, les conducteurs honoraires qui ont été employés pen-

dant trois ans au moins comme aide temporaire ou comme commis de 3e classe, peuvent, sur la proposition motivée du conseil, être nommés conducteurs de 3e classe, concurremment avec ceux des deux derniers concours.

Cette exception ne peut s'étendre qu'à une nomination sur trois.

Les conducteurs de 2e et de 1re classe sont choisis dans les classes respectivement inférieures.

Les conducteurs principaux sont choisis parmi les conducteurs de 1re classe ayant plus de trois années de grade et qui se sont distingués, dans le cours de leur carrière, par une intelligence et une aptitude hors ligne dans la conduite des travaux.

Art. 28. Les places de sous-ingénieur sont accordées aux ingénieurs honoraires du dernier concours annuel en suivant l'ordre de mérite qui leur a été assigné à la suite de ce concours. A leur défaut, il y est pourvu par les ingénieurs honoraires du concours précédent.

Art. 29. Les ingénieurs de 3e classe sont choisis parmi les sous-ingénieurs. Toutefois, les conducteurs, à l'exception de ceux de 3e classe, qui ont satisfait à un examen dont le programme est déterminé par le ministre et qui se recommandent particulièrement par leur aptitude et par leurs services peuvent être nommés ingénieurs de 3e classe, sur la proposition motivée du conseil; cette exception est limitée à une nomination sur six.

Les ingénieurs de 2e et de 1re classe sont choisis dans les classes respectivement inférieures.

Les ingénieurs en chef de 2e classe sont choisis indistinctement parmi les ingénieurs de 1re et de 2e classe, et l'inspecteur général parmi les ingénieurs en chef sans distinction de classe.

Art. 30. En général, nul n'obtient une promotion qu'après avoir servi au moins deux ans dans son grade. De même nul n'obtient une augmentation de traitement qu'après deux ans de jouissance de son traitement.

Art. 31. L'avancement n'est accordé dans la section d'activité que suivant les besoins du service et dans les limites des cadres.

Art. 32. L'ancienneté dans chaque grade est déterminée par le temps de service effectif dans le grade. En cas d'égalité, il est déterminé par le temps de service effectif dans le grade immédiate-

ment inférieur et ainsi de suite, s'il y a lieu, en prenant pour base dernière l'ordre de mérite résultant des procès-verbaux d'examen.

SUBORDINATION. — ABSENCES. — CONGÉS. — PEINES DISCIPLINAIRES.

Art. 33. Les fonctionnaires et employés doivent une entière subordination à leurs supérieurs en grade ou classe.

Art. 34. Lorsque des membres du corps de même rang sont en concurrence de fonctions, le commandement et la préséance appartiennent au plus ancien en grade.

Art. 35. Aucun fonctionnaire ou employé ne peut s'absenter de son poste sans une autorisation préalable, excepté dans les cas suivants :

1° S'il est convoqué comme électeur ;

2° S'il est appelé à siéger comme juré ;

3° S'il est cité comme témoin ;

4° S'il est requis pour le service de la garde civique.

Le fonctionnaire ou employé qui s'absente dans l'un des cas prévus ci-haut est tenu d'en informer sur-le-champ son chef immédiat.

Art. 36. Les congés ne dépassant pas dix jours sont accordés par les chefs de service à tous leurs subordonnés et par le ministre aux chefs de service et à l'inspecteur général.

Les congés de plus de dix jours et ne dépassant pas un an sont accordés à tous les fonctionnaires et employés par le ministre, qui en fixe les conditions.

Les congés de plus d'un an et les congés illimités sont accordés par Nous.

Art. 37. Les congés demandés en vue de quitter temporairement le service de l'État ne sont accordés qu'aux fonctionnaires et employés qui comptent au moins cinq années de service dans l'administration des ponts et chaussées.

Art. 38. Sauf le cas de maladie dûment constatée, les congés de plus de quinze jours ne sont accordés, en général, qu'avec privation de traitement.

Art. 39. Si un fonctionnaire ou employé s'absente sans autorisation ou dépasse le terme de son congé, il est privé de son traitement, dans les deux cas, pour toute la durée de l'absence non

autorisée, sans préjudice d'autres mesures disciplinaires, s'il y a lieu.

Art. 40. Les fonctionnaires et employés sont passibles, selon la gravité des faits, des peines disciplinaires suivantes :

1° La réprimande ;

2° La privation de traitement pendant un mois au plus ;

3° La suspension de fonctions limitée à deux mois au plus (elle entraîne de plein droit la privation de traitement) ;

4° La mise en non-activité ;

5° La révocation.

La réprimande est donnée par le ministre aux fonctionnaires du grade d'ingénieur en chef et au-dessus.

Elle peut être infligée par les chefs de service et par les ingénieurs à leurs subordonnés.

L'ingénieur qui inflige la réprimande doit en donner connaissance au chef de service.

La privation de traitement ne dépassant pas dix jours peut être infligée par les chefs de service à tous leurs subordonnés.

La privation de traitement dépassant dix jours et la suspension de fonctions sont infligées par le ministre.

La mise en non activité et la révocation sont prononcées par Nous à l'égard des membres du corps et des chefs de bureau, et par le ministre à l'égard des employés subalternes.

Le fonctionnaire ou l'employé suspendu de ses fonctions est exclu des travaux ou des bureaux auxquels il est attaché.

Aucune punition n'est infligée avant que le fonctionnaire ou l'employé inculpé n'ait été entendu dans ses moyens de justification.

Les chefs de service donnent connaissance au ministre de toutes les punitions infligées par eux ou par les ingénieurs placés sous leurs ordres.

Toutes les punitions sont mentionnées dans les états de service; elles peuvent être rayées par le ministre, soit d'office, soit sur la proposition des chefs de service.

Les retenues opérées sur les traitements par suite de mesures disciplinaires sont versées à la caisse des veuves et orphelins du département des travaux publics, en conformité de la loi du 21 juillet 1844.

TRAITEMENTS. — FRAIS DE BUREAU ET DE DÉPLACEMENT.

Art. 41. Les traitements d'activité des membres du corps et du personnel adjoint sont fixés de la manière suivante :

Inspecteur général.	fr.	9,000 à 10,000
Ingénieur en chef de 1re classe	»	7,000 à 8,000
Ingénieur en chef de 2e classe.	»	6,000
Ingénieur de 1re classe	»	4,000 à 5,000
Ingénieur de 2e classe.	»	3,500
Ingénieur de 3e classe.	»	3,000
Sous-ingénieur.	»	2,000 à 2,500
Conducteur principal.	»	3,000
Conducteur de 1re classe	»	2,400 à 2,800
Conducteur de 2e classe.	»	2,000 à 2,200
Conducteur de 3e classe.	»	1,600 à 1,800
Chef de bureau.	»	2,400 à 3,000
Commis rédacteur	»	2,000 à 2,200
Commis de 1re classe.	»	1,800
Commis de 2e classe	»	1,600
Commis de 3e classe	»	1,000 à 1,400
Messager.	»	800

Art. 42. Notre ministre fixe les traitements des autres employés d'après l'importance de leurs fonctions. Il fixe également le salaire des aides temporaires, lequel est imputé sur les crédits spéciaux alloués pour les travaux auxquels ils sont attachés, ou, à défaut, sur le crédit voté au budget pour le personnel subalterne.

Art. 43. Le traitement des sous-ingénieurs ne peut être porté à 2,500 francs, qu'après jouissance d'un minimum de 2,000 francs, pendant quatre ans.

Art. 44. Lorsqu'un membre du corps remplit les fonctions d'un grade supérieur au sien, sans qu'il y ait de titulaire, il lui est alloué, en sus de son traitement propre, la moitié de la différence entre ce traitement et celui de la dernière classe du grade dont il fait l'intérim. Il reçoit, en outre, les indemnités pour frais de bureau et de déplacement attribuées à ces fonctions.

Art. 45. Les commis faisant fonctions de chef de bureau jouis-

sent, en sus de leur traitement propre, de la moitié de la différence entre ce traitement et le minimum de celui de chef de bureau.

Art. 46. Les indemnités pour frais de bureau et de déplacement des membres du corps chargés d'un service actif sont fixés chaque année, dans le courant du premier trimestre, par le ministre, à raison de l'importance et de l'étendue de leur service et dans la limite des chiffres suivants :

Frais de bureau.

Ingénieur en chef.	fr.	800
Ingénieur ordinaire.	»	400

Frais de déplacement.

Inspecteur général	fr.	1,500
Ingénieur en chef.	»	1,200
Ingénieur ordinaire.	»	900
Conducteur.	»	200

Les indemnités de déplacement des sous-ingénieurs chargés d'un service actif sont fixées par le ministre.

Art. 47. Lorsqu'un membre du corps est chargé de l'étude, de la direction ou de la surveillance de travaux extraordinaires importants, soit cumulativement avec son service ordinaire, soit comme attributions uniques, le ministre peut lui allouer un supplément d'indemnité fixe de déplacement ou l'autoriser à présenter des états de frais de voyage établis d'après le tarif fixé par Notre arrêté du 23 octobre 1850. Il peut lui allouer, en outre, un supplément d'indemnité pour frais de bureau.

Art. 48. Tout déplacement imprévu effectué en dehors du ressort, en vertu d'un ordre du ministre, peut donner lieu à une indemnité calculée d'après le même tarif.

Art. 49. En cas de mission à l'étranger, le ministre fixe les indemnités de déplacement.

INCOMPATIBILITÉS.

Art. 50. Les fonctionnaires et employés placés dans la section d'activité ne peuvent gérer aucun autre emploi salarié par l'État,

les provinces, les communes ou les administrations publiques.

Il leur est également interdit d'accepter un mandat électif, d'exercer une profession lucrative, de faire, soit par eux-mêmes, soit sous le nom de leur épouse ou de toute autre personne interposée, aucune espèce de commerce, et de participer à la direction ou à l'administration d'une société, d'un établissement commercial ou industriel.

Le ministre peut, dans des cas particuliers, les relever de ces interdictions.

COSTUME.

Art. 51. Le costume des membres du corps est déterminé par disposition royale spéciale.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 52. Avant d'entrer en fonctions, les fonctionnaires et employés sont tenus de prêter le serment prescrit par le décret du congrès national du 20 juillet 1831.

Art. 53. Les fonctionnaires qui sont démissionnés honorablement ou mis à la retraite peuvent être autorisés à conserver leur grade, à titre honorifique, et à porter le costume de ce grade.

Art. 54. En cas de mise en disponibilité ou en non activité, de démission, de révocation, de retraite et de décès d'un membre du corps, il est procédé, à la diligence de son chef immédiat, au récolement de l'inventaire de son bureau et à la remise à son successeur de ses archives, mémoires, plans, cartes, livres, instruments, etc.

Le double de cet inventaire est adressé au département des travaux publics par la voie hiérarchique.

Art. 55. Sont abrogés Nos arrêtés des 26 janvier et 21 février 1850, 31 décembre 1851, 15 mars 1854, 1er mai 1857 et 29 décembre 1859, ainsi que toutes autres dispositions organiques du corps des ponts et chaussées qui seraient contraires au présent règlement.

DISPOSITIONS TRANSITOIRES.

Art. 56. Les employés adjoints au corps dont les qualifications ne sont pas mentionnées à l'article 3 du présent arrêté sont autorisés à les conserver à titre personnel.

Art. 57. Les fonctionnaires et employés dont les traitements sont supérieurs aux *minima* fixés par l'article 41 conservent leur traitement à titre personnel.

Les fonctionnaires et employés dont les traitements sont inférieurs à ces *minima* entreront en jouissance de leur nouveau traitement à partir du 1er janvier 1860.

Art. 58. L'art. 6 ne recevra son exécution, en ce qui concerne la réduction des cadres, qu'à mesure qu'il se présentera des extinctions dans le personnel par suite de décès ou de mise à la retraite.

Notre ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Donné à Laeken, le 18 juillet 1860.

Par le roi : LÉOPOLD.

Le ministre des travaux publics,
JULES VANDERSTICHELEN.

III.

STATUTS DE LA CAISSE DE PRÉVOYANCE ÉTABLIE EN FAVEUR DES OUVRIERS MINEURS DU BASSIN DE MONS.

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, SALUT.

Vu les nouveaux statuts de la caisse de prévoyance établie en faveur des ouvriers attachés à l'exploitation des mines de houille du Couchant de Mons, et aux branches d'industrie qui s'y rattachent, adoptés par les propriétaires d'établissements associés, le 2 juillet 1860;

Vu la lettre du gouverneur de la province de Hainaut, président de la commission administrative de la dite caisse, en date du 5 novembre 1860;

Sur la proposition de Notre ministre des travaux publics,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. Les statuts ci-dessus visés sont approuvés dans leur teneur, ainsi qu'il suit :

CHAPITRE PREMIER.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 1er. L'association de la caisse commune de prévoyance érigée, d'abord pour dix ans, le 30 décembre 1840, en faveur des ouvriers employés à l'exploitation des mines de houille du bassin de Mons et aux branches d'industrie qui s'y rattachent; continuée ensuite, pour une période de même durée, le 30 décembre 1850, est de nouveau contractée pour dix ans, à partir du 30 décembre 1860.

Art. 2. Font partie de cette association, les établissements industriels dont les propriétaires, administrateurs, régisseurs, directeurs, etc., ont souscrit ou souscriront les présents statuts.

Chaque signataire justifie qu'il est régulièrement autorisé à engager, vis-à-vis de la caisse de prévoyance, l'établissement qu'il représente et fait élection de domicile dans l'arrondissement de Mons.

Art. 3. A moins de réserves expresses, l'association d'une mine à la caisse de prévoyance comprend toutes les parties de cette mine : celles exploitées à forfait par des entrepreneurs, comme celles exploitées par les propriétaires mêmes.

Art. 4. Les fonds qui forment la caisse commune de prévoyance se composent :

1° De l'encaisse de l'association au 30 décembre 1860;

2° D'une retenue opérée sur le salaire des ouvriers;

3° Des subventions des exploitants;

4° Des dotations et des subsides de l'État et de la province;

5° Des dons, legs et donations de particuliers.

La caisse se charge de servir, pendant toute sa durée, les pensions accordées pendant la première et la seconde période de l'association.

Art. 5. Chaque établissement affilié verse à la caisse commune de prévoyance, aux termes indiqués ci-après à l'article 44, une somme équivalente à un et demi pour cent du salaire payé à ses ouvriers.

La moitié de cette somme provient d'une retenue sur les salaires; l'autre moitié est suppléée par les exploitants.

Art. 6. Les sociétés ou propriétaires d'établissements industriels, qui adhèrent aux présents statuts, font partie de l'association, sans être tenus à payer un droit d'entrée.

Art. 7. Sur les sommes versées à la caisse de prévoyance, il est opéré une retenue de 10 pour cent, destinée à former un fonds de réserve pour parer aux cas d'accidents extraordinaires.

Ce fonds s'augmente, chaque année, de la moitié de l'excédant des recettes sur les dépenses de cette caisse.

Il n'est fait emploi du fonds de réserve, en tout ou en partie, que d'après une résolution prise à la majorité des deux tiers des voix de la commission, dont il est parlé ci-après.

Une partie des fonds en caisse (déduction faite des subsides de l'État et de la province), fixée annuellement par l'assemblée générale, réunie en vertu du 2e § de l'art. 47 des statuts, est consacrée à améliorer la condition morale de l'ouvrier et à propager l'instruction parmi ses enfants.

Art. 8. Il y a, près de chaque établissement affilié, une caisse particulière de secours, destinée à subvenir aux besoins des ouvriers blessés.

Les signataires des statuts s'engagent expressément à conserver ou à créer dans leurs établissements une semblable caisse de secours.

Ils fixent à un demi pour cent, au moins, du salaire, le taux de la retenue à verser dans cette caisse par leurs ouvriers.

Art. 9. A l'expiration du terme de l'association, celle-ci sera contractée de nouveau, pour un terme égal, si les représentants de trois ou plus des établissements affiliés le désirent.

Dans ce cas, la liquidation de l'avoir social n'aura pas lieu, et les associés qui se retireront n'auront aucun droit au partage de l'encaisse, qui sera entièrement dévolu à l'association nouvelle. Si celle-ci ne se reforme pas, l'encaisse sera employé à servir, aussi longtemps que possible, les pensions accordées jusqu'au 30 décembre 1870, sans que, dans aucun cas, les établissements affiliés puissent être tenus à aucun versement ultérieur.

CHAPITRE II.

DE L'ADMINISTRATION DE LA CAISSE COMMUNE DE PRÉVOYANCE.

Art. 10. Une commission de douze membres gère les intérêts relatifs à la caisse commune de prévoyance.

Art. 11. Le gouverneur de la province et l'ingénieur en chef des mines, ou un ingénieur désigné par lui, sont de droit membres de la commission.

Le gouverneur en est le président.

Art. 12. Dix membres, dont six choisis parmi les propriétaires, administrateurs ou directeurs d'exploitations, et quatre parmi les maîtres ouvriers, sont élus par l'association des exploitants.

La durée des fonctions de ces dix membres est de deux ans; ils sont toujours rééligibles; le renouvellement s'en fait par moitié.

Pour la première fois, le sort règle l'ordre des sorties.

Art. 13. La commission nomme, dans son sein, un vice-président et un secrétaire; elle choisit son caissier et le médecin chargé de visiter les ouvriers invalides qui réclament des pensions sur les fonds de la caisse de prévoyance.

Elle peut délibérer au nombre de sept membres au moins, hors le cas prévu par l'art. 7.

Art. 14. La commission administrative arrête les règlements nécessaires à l'exécution des présents statuts.

Art. 15. Chaque année, autant que possible dans le premier trimestre qui suit l'expiration de l'année sociale, elle publie un compte détaillé de ses opérations.

Les propriétaires associés lui adressent, dans le courant du mois de janvier et suivant le modèle qui leur est prescrit, un relevé des sommes retenues et distribuées pour la caisse de prévoyance et pour la caisse particulière de secours de leur établissement, pendant l'année écoulée.

Art. 16. Un relevé sommaire de ces retenues et de ces contributions, ainsi que le compte dont il est parlé au § 1er de l'article précédent, sont transmis au ministère des travaux publics, à l'administration centrale des mines du royaume, au gouverneur de la province et à la députation permanente du conseil provincial.

Art. 17. La commission s'assemble dans une des salles de l'hôtel du gouvernement provincial, à Mons, le premier lundi de chaque mois et, en outre, toutes les fois qu'elle est convoquée par son président.

Le médecin attaché au service spécial de la caisse de prévoyance assiste aux séances de la commission administrative.

Art. 18. Dans ses réunions :

A. La commission prend connaissance des sommes versées, chaque trimestre, dans la caisse, par les propriétaires de mines et d'établissements industriels associés, ainsi que des autres sommes versées à titre de subsides ou de dons par l'État, la province ou les particuliers ;

B. Elle fixe la manière de faire valoir ces fonds et en règle l'emploi ;

C. Elle se fait rendre compte, par le secrétaire, de la situation et du mouvement de la caisse ;

D. Elle délibère sur toutes les demandes de pensions qui lui sont adressées ;

E. Elle s'assure que les individus qui ont obtenu des pensions réunissent encore les qualités voulues pour continuer à les recevoir ;

F. Elle décide enfin sur toutes les affaires que les statuts rangent parmi ses attributions, et notamment sur l'application des fonds destinés à répandre l'instruction parmi la classe ouvrière.

Art. 19. Les décisions de la commission sont prises à la majorité absolue des membres présents.

En cas de partage, la voix du président est prépondérante.

Art. 20. Les mandats à former sur le caissier sont signés par le président ou le vice-président et le secrétaire. Il en est de même de toute pièce émanant de la commission.

Art. 21. Le secrétaire concourt, avec le président ou le vice-président, à l'exécution des mesures adoptées par la commission; il rédige les procès-verbaux des séances, les résolutions qui y sont prises et la correspondance avec les autorités administratives, les établissements affiliés et le caissier ; il surveille la tenue des écritures et veille à ce qu'elles soient constamment mises à jour.

Il est secondé dans ses attributions par un ou plusieurs employés nommés par la commission ; l'un d'eux est chargé de la conservation des archives.

CHAPITRE III.

PENSIONS ET SECOURS.

Art. 22. Les distributions de secours accordés par la caisse commune de prévoyance sont ordinaires ou extraordinaires.

Art. 23. Les distributions ordinaires consistent dans le paiement des pensions temporaires ou viagères accordées par la commission.

Art. 24. Les distributions extraordinaires se composent des secours que la commission administrative accorde à de vieux ouvriers devenus infirmes.

Les pensions et les distributions extraordinaires ne peuvent, dans aucun cas, dépasser la moyenne du salaire de l'ouvrier qui les obtient ou à raison duquel elles sont accordées.

L'ouvrier atteint de l'anémie des mineurs est considéré comme blessé. Les secours et les soins que son état exige sont, jusqu'à parfaite guérison, à la charge de l'exploitant dans la mine duquel il a travaillé en dernier lieu, sauf recours de celui-ci contre l'établissement où la maladie aurait été réellement contractée.

Art. 25. La commission administrative fixe, selon les cas, le montant des pensions viagères et temporaires à accorder aux ayants droit. Ces pensions, ainsi que celles qui ont été accordées pendant les deux premières périodes de l'association, sont revisées chaque année et réglées en raison de la situation de la caisse.

Art. 26. Les signataires des statuts déclarent, au nom des établissements qu'ils représentent, renoncer à se pourvoir en appel contre les décisions de la commission administrative. L'ouvrier ou ses ayants cause peuvent appeler des décisions de la commission devant les conseils de prud'hommes, qui jugent en dernier ressort.

Art. 27. Une pension viagère est accordée :

1° A tout ouvrier absolument incapable de se livrer au travail des mines ou à toute autre espèce de travail, par suite de blessures reçues en travaillant dans une exploitation associée;

2° A l'ouvrier qui a perdu la main, le bras ou la jambe, par la même cause ;

3° Aux ouvriers septuagénaires devenus, par leur âge, incapa-

bles de travailler et ayant été attachés, pendant les dix dernières années au moins, à un établissement affilié à la caisse de prévoyance ;

4° Aux veuves des ouvriers qui ont péri, par accident, en travaillant dans une exploitation associée ;

5° Aux père et mère, aïeul et aïeule des ouvriers qui ont péri, par accident, lorsque, hors d'état de s'entretenir eux-mêmes, ils n'avaient d'autre soutien que le défunt. Pour déterminer si le défunt était ou non l'unique soutien de ses ascendants et leur accorder ou leur refuser la pension, la commission n'a égard qu'à la situation de la famille au moment de l'accident. Sa décision ne peut être modifiée à raison des changements qui surviennent postérieurement dans la situation de la famille du défunt.

Art. 28. Une pension temporaire est accordée :

1° Aux enfants en bas âge de la veuve dont le mari a péri par accident, en travaillant dans une exploitation associée ;

2° Aux orphelins de père et de mère dont le père ou la mère, dernier survivant, a péri, par accident, dans une exploitation associée ;

3° Aux enfants d'un ouvrier pensionné ;

4° Aux jeunes frères et sœurs de l'ouvrier qui a péri par accident, en travaillant dans un établissement affilié, lorsqu'ils sont dans le besoin et que le défunt était leur principal soutien.

Les pensions indiquées dans les quatre numéros précédents cessent de droit, dès que les enfants ont atteint l'âge de 12 ans, sauf le cas d'infirmités ou de maladie dûment constaté par certificat de médecin.

L'enfant d'un père pensionné conçu après la date de l'accident, dont celui-ci a été victime, n'a aucun droit à la pension temporaire.

Art. 29. Dans les cas prévus aux articles 27 et 28, les ouvriers attachés à une exploitation de mines affiliée, ou les personnes désignées aux mêmes articles, ont droit aux pensions sans distinction si l'accident est arrivé à l'intérieur ou à l'extérieur de la mine.

N'ont, toutefois, droit aux pensions, que les ouvriers attachés aux exploitations associées, munis de livrets, figurant au contrôle prescrit par l'art. 27 du décret du 3 janvier 1813 et subissant la retenue ordonnée par les présents statuts.

Art. 30. Toute veuve qui se remarie perd ses droits à la pension, mais reçoit, à titre de dot, une somme égale à deux années de la pension dont elle jouissait antérieurement.

Cette disposition s'applique également à la fille pensionnée qui se marie.

La fille ou la veuve qui vit publiquement en concubinage perd ses droits à la pension. Il en est de même quant à la veuve qui devient mère après le terme légal exigé pour la légitimité d'un enfant posthume.

Art. 31. Toute condamnation à une peine afflictive ou infamante enlève au titulaire son droit à la pension.

Peuvent aussi en être privés, les titulaires condamnés à une peine de plus de six mois d'emprisonnement.

Tout enfant âgé de moins de 12 ans perd ses droits à la pension temporaire, s'il ne fréquente pas régulièrement une des écoles de sa commune, dès que son âge le lui permet.

Art. 32. Lorsque la pension d'un chef de famille ou d'une veuve, ayant un ou plusieurs enfants au-dessous de l'âge de 12 ans, vient à s'éteindre par décès ou pour une des causes indiquées aux articles 30 et 31, ces enfants reçoivent, jusqu'à leur douzième année, une augmentation de pension dont le montant est fixé selon les circonstances.

La commission administrative veille à ce que ces pensions soient appliquées exclusivement à leur profit.

La pension dont jouit un ouvrier infirme ou mutilé est réversible, en tout ou en partie, lors de son décès, sur la tête de sa veuve.

Art. 33. N'ont droit aux pensions que mentionnent les dispositions précédentes, que les père et mère, aïeul et aïeule, l'épouse, les enfants et les frères et sœurs légitimes du défunt.

Art. 34. Aucune pension n'est accordée à un ouvrier qui s'est mutilé volontairement ou dont les blessures sont le résultat d'une imprudence ou d'une faute grossière; de même n'ont aucun droit à la pension, les parents, la veuve, les enfants ou les frères et sœurs de l'ouvrier qui s'est suicidé ou dont la mort est le résultat d'une imprudence ou d'une faute grossière qui lui soit imputable.

Art. 35. Dans l'intervalle qui s'écoule entre l'accident et l'ad-

mission à la pension, les secours à donner à l'ouvrier incurable, à la veuve et à la famille de l'ouvrier défunt, sont, pendant six semaines, avancés par les caisses particulières établies près de chaque établissement.

Art. 36. En aucun cas, les fonds de la caisse ne peuvent être employés en faveur d'ouvriers appartenant à des exploitations ou établissements non associés.

Art. 37. Les demandes de pension sont transmises à la commission administrative par les propriétaires associés, qui sont toujours consultés sur les demandes adressées directement à la commission par leurs ouvriers ou les parents de ceux-ci.

Art. 38. A toute demande de pension le propriétaire de l'établissement joindra :

1° Son avis motivé sur le mérite de la demande;

2° Si l'ouvrier blessé est devenu absolument incapable de travailler : la déclaration de l'officier de santé de l'établissement faisant connaître, d'une manière détaillée, l'état physique de cet ouvrier et les conséquences de sa blessure;

3° Si l'ouvrier a péri : une déclaration du bourgmestre de la commune ou une situation de sa famille;

4° Dans ces deux cas, les actes de l'état civil constatant, s'il y a lieu, son mariage et la légitimité de ses enfants ou autres ayants droit.

Art. 39. La commission pourra rejeter toute demande de pension motivée par un accident qu'on ne lui aura pas signalé dans les six semaines qui suivront la date de cet accident.

Art. 40. Dans les six semaines qui suivront la date d'un accident pouvant donner lieu à la pension, le propriétaire adressera une demande à la commission administrative et joindra à cette demande :

1° Une déclaration portant que le blessé, la veuve ou les orphelins seront secourus par la caisse particulière de la mine jusqu'au terme fixé par l'art. 35.

2° Un extrait, dûment certifié conforme, des feuilles de paye où ces secours sont inscrits;

3° L'indication de l'officier des mines qui a constaté l'accident, si cette constatation a été faite;

4° Un certificat des ouvriers qui ont été témoins, rédigé suivant

la forme prescrite par la commission et certifié par l'ingénieur de l'établissement.

Art. 41. L'ouvrier atteint, dans les travaux, d'une hernie inguinale doit en faire immédiatement la déclaration au chef de l'établissement où il travaille. Si la hernie est réductible, l'ouvrier sera soumis à un repos absolu et secouru par la caisse particulière de l'établissement jusqu'à parfaite guérison.

Si la hernie est irréductible et rend l'ouvrier absolument incapable de travailler, elle sera considérée comme une blessure incurable.

Dans l'un et l'autre cas, elle doit faire l'objet des notifications, déclarations et certificats exigés par l'art. 40 qui précède.

Art. 42. La prescription est acquise, à la caisse de prévoyance, quant aux pensions dont les demandes ne sont pas formées dans les douze mois qui suivent la date des accidents qui les motivent.

Art. 43. A toute demande de pension formée par suite de blessure ou de hernie inguinale, le médecin attaché au service de la caisse de prévoyance joint un rapport sur la gravité de la blessure.

Il rédige ce rapport, après avoir visité l'ouvrier à domicile.

Art. 44. Le second samedi de chaque mois, les exploitants associés adressent à la commission un état des sommes qui, en raison du nombre des ouvriers employés pendant le mois précédent et des salaires qui leur ont été payés, doivent être versées chez le caissier à la fin du trimestre, pour le compte de la caisse de prévoyance.

Une récapitulation en est faite par les soins du secrétaire, pour être mise sous les yeux de la commission, dans chaque réunion qui suit la remise de ces états.

A la fin du trimestre, les exploitants associés justifient des versements qu'ils ont effectués, par une reconnaissance du caissier. Ces reconnaissances servent au secrétaire de pièces comptables pour la tenue des écritures de la caisse de prévoyance.

Art. 45. Les propriétaires d'établissements affiliés qui n'auront pas envoyé, en due forme, à la commission administrative, les pièces prescrites par les articles 15 et 44 des présents statuts, dans les délais fixés par ces articles, encourront, par la seule échéance du terme et sans mise en demeure, une amende de 2 fr. par chaque jour de retard.

Ceux qui n'auront pas effectué leur versement dans la huitaine de l'expiration de chaque trimestre devront faire face aux pensions qui pourront être dues à leurs ouvriers, à raison d'accidents survenus postérieurement à l'expiration de cette huitaine, sans préjudice au droit de la caisse de les contraindre à l'exécution des obligations qui leur incombent d'après les présents statuts.

La commission peut déléguer un ou plusieurs de ses membres pour vérifier l'exactitude des états, déclarations, certificats et autres documents fournis par les propriétaires associés.

Art. 46. Le paiement des pensions se fait par semaine ou par quinzaine, par les soins du propriétaire, et, autant que possible, au siége de l'établissement auquel était attaché l'ouvrier blessé ou défunt.

Ces pensions sont incessibles et insaisissables.

CHAPITRE IV.

DES ASSEMBLÉES GÉNÉRALES DE L'ASSOCIATION ET DE L'APPROBATION DES STATUTS.

Art. 47. Chaque année, la commission administrative convoque l'assemblée générale, pour lui donner communication des comptes, dont la publication est ordonnée par l'art. 15 ci-dessus.

Il est procédé, dans la même séance, au renouvellement de la moitié sortante des membres de la commission.

L'assemblée règle, en outre, sur la proposition de la commission, l'emploi des fonds disponibles et le choix de leurs dépositaires.

Art. 48. Chaque société ou propriétaire affilié jouit d'une voix dans les assemblées générales. Ceux qui emploient plus de trois cents ouvriers ont le droit de voter autant de fois qu'ils possèdent ce nombre d'ouvriers.

Le nombre de ces derniers est déterminé au moyen des états mensuels de retenues adressés à la commission, conformément aux dispositions de l'art. 44.

Art. 49. Aucun changement aux présents statuts ne peut être fait qu'après une convocation générale de tous les propriétaires d'établissements associés.

Cette convocation se fait par lettre, par les soins de la commission administrative, et doit être renouvelée deux fois, à quinze jours d'intervalle, dans les journaux de la province. Les modifications doivent être adoptées par les trois quarts des membres présents, pourvu que ce nombre représente plus de la moitié des exploitants associés.

Art. 50. Les présents statuts, et les modifications qui y seraient apportées ultérieurement, seront soumis à l'approbation royale.

Art. 2. Notre ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera inséré au *Moniteur*.

Donné à Laeken, le 20 novembre 1860.

Par le roi : LÉOPOLD.

Le ministre des travaux publics,

JULES VANDERSTICHELEN.

IV.

STATUTS DE LA CAISSE DE PRÉVOYANCE ÉTABLIE EN FAVEUR DES OUVRIERS MINEURS DE LA PROVINCE DE NAMUR.

LÉOPOLD, roi des Belges,

A tous présents et à venir, SALUT.

Vu les nouveaux statuts de la caisse de prévoyance établie en faveur des ouvriers mineurs de la province de Namur, adoptés par les exploitants de mines, minières, etc.. réunis en assemblée générale le 17 octobre 1860;

Vu la lettre de la commission administrative de la dite caisse, en date du 27 du même mois;

Sur la proposition de Notre ministre des travaux publics,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1er. Les statuts ci-dessus visés sont approuvés dans leur teneur, ainsi qu'il suit :

CHAPITRE PREMIER.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 1er. L'association de la caisse de prévoyance, érigée à Namur par arrêté royal du 1er décembre 1839, reste constituée.

Art. 2. En font partie :

a. Les exploitations de mines, minières, carrières, etc., qui y participent déjà à ce jour;

b. Celles qui y adhéreront par la suite;

c. Celles auxquelles cette obligation sera imposée par un cahier des charges émanant du gouvernement, ou par une décision administrative.

Art. 3. Quand la commission administrative le jugera convenable, elle pourra exiger un droit d'entrée des exploitations de la 2e catégorie.

Art. 4. Tout engagement pris ou à prendre aura pour durée celle de l'exploitation au nom de laquelle il est ou sera souscrit.

Art. 5. Si, par des circonstances imprévues, l'association devait se dissoudre, cette mesure ne pourrait être prise que dans une assemblée générale, dont les conditions de vote sont réglées par les articles 28 à 30.

Aucun partage de l'encaisse ne pourra avoir lieu : les fonds seront employés exclusivement au paiement des pensions et secours, sans que les exploitants associés puissent être tenus à aucun versement ultérieur.

Art. 6. L'association commune, établie par l'art. 1er, est indépendante des *caisses particulières de secours* existant près des exploitations pour le traitement des ouvriers blessés, et de l'obligation imposée, à ce sujet, aux propriétaires des mines par le décret du 3 janvier 1813.

Art. 7. Tout associé sera tenu d'ouvrir, dans chaque exploitation, un registre où seront notés les accidents qui n'auront occasionné que des blessures légères ne paraissant pas devoir donner lieu à un procès-verbal de l'administration des mines.

Ce registre sera dressé suivant les prescriptions de cette administration.

Art. 8. Les fonds qui forment la caisse commune de prévoyance se composent :

a. De l'avoir de l'association à ce jour;

b. D'une retenue d'un pour cent opérée sur le salaire des ouvriers;

c. D'une subvention égale des exploitants ;

d. Des dotations et des subsides du gouvernement et de la province;

e. Des dons, legs et donations des particuliers.

Lorsque le fonds de réserve aura atteint le minimum de deux cent mille francs, les retenues sur le salaire des ouvriers et les subventions des exploitants seront diminuées d'un quart ou d'une moitié, d'après les besoins de la caisse.

Les retenues faites aux ouvriers, ainsi que les subventions des propriétaires et les secours accordés aux intéressés, dont il sera parlé au chap. III, sont réglées tous les trimestres entre les exploitants et le trésorier de l'association.

CHAPITRE II.

DE L'ADMINISTRATION DE LA CAISSE.

Art. 9. Une commission de dix membres gère les intérêts relatifs à la caisse commune de prévoyance.

Art. 10. Font partie de la commission :

De droit, le gouverneur de la province et l'ingénieur en chef des mines ou son délégué ;

Par élection, cinq propriétaires, co-propriétaires ou directeurs d'exploitation, et trois maîtres-ouvriers choisis en assemblée générale.

La durée du mandat des membres effectifs est de 5 ans. Ils sont rééligibles.

Art. 11. Le gouverneur préside de droit les assemblées générales ainsi que les réunions de la commission.

Il peut être remplacé par le vice-président et, en l'absence de ce dernier, par le doyen d'âge.

La commission nomme dans son sein un vice-président et un secrétaire; elle choisit son trésorier, et elle fixe les traitements.

Art. 12. Elle se réunit aussi souvent que le service l'exige, et

au moins une fois par trimestre, dans une des salles du gouvernement provincial, à Namur, sur des convocations indiquant l'ordre du jour et portant la signature du président et du secrétaire.

Le trésorier assiste aux séances quand il en est requis.

Art. 13. La commission ne peut délibérer qu'au moins au nombre de six membres.

Les décisions sont prises à la majorité absolue des suffrages des membres présents, mais une majorité des deux tiers est nécessaire pour accorder des secours viagers ou temporaires ou pour en prononcer l'annulation.

En cas de partage des suffrages, le président, en son absence le vice-président ou le doyen d'âge, a voix prépondérante.

Art. 14. La commission arrête le règlement d'ordre nécessaire à l'exécution des statuts.

a. Elle prend dans chaque réunion, et sur le rapport de son trésorier, connaissance de la situation financière de l'association ;

b. Elle surveille la régularité des rentrées et se met, au besoin, en rapport avec les retardataires;

c. Elle décide de l'emploi des fonds disponibles;

d. Elle délibère sur toutes les demandes de secours qui lui sont transmises, les accueille, fixe le montant des secours, les ajourne ou les rejette;

e. Elle examine les certificats de vie ou toutes autres pièces délivrées aux personnes secourues, et juge de l'opportunité de la continuation ou du retrait de tous secours ou pensions.

Art. 15. La commission formule chaque année, dans le courant du premier trimestre, un rapport général sur toutes les opérations de l'exercice précédent.

Ce rapport, soumis à une sous-commission choisie dans son sein, doit être visé par elle avant d'être arrêté en assemblée ordinaire.

La sous-commission n'approuve ce travail qu'après avoir procédé à la vérification des comptes du trésorier et s'être assurée de leur corrélation exacte avec les chiffres présentés dans le rapport général.

Dans ce rapport figure un résumé sommaire des sommes reçues et dépensées par les caisses particulières, dressé d'après les renseignements que les associés s'engagent à fournir chaque année dans le premier trimestre qui suit le 31 décembre.

Ce rapport est imprimé, ainsi qu'un résumé dressé dans les formes prescrites par dépêche de M. le ministre des travaux publics, en date du 23 novembre 1855.

Ce travail est transmis :

a. A tous les exploitants associés ;

b. A tous les membres de la commission administrative ;

c. Aux commissions des caisses établies en faveur des ouvriers mineurs dans les diverses provinces ;

d. A l'administration supérieure des mines et aux ingénieurs ;

e. Aux gouverneurs des provinces, ainsi qu'aux divers corps en fonctions ; enfin à toutes les personnes auxquelles la commission juge utile, dans l'intérêt de l'œuvre, de faire connaître la situation de la caisse.

CHAPITRE III.

PENSIONS ET SECOURS.

Art. 16. N'ont droit à un secours ou n'acquièrent ce droit pour leurs veuves, leurs parents ou leurs enfants, dans les cas prévus par les articles 22 et 23, que les ouvriers attachés à une exploitation et y subissant la retenue, soit que l'accident qui les frappe arrive à l'intérieur ou à l'extérieur de la mine.

Cependant, tout ouvrier non associé requis de porter secours à l'occasion d'un accident survenu dans une mine associée, qui devient victime de son dévouement, sera considéré comme s'il avait été régulièrement attaché à cette exploitation ; de même l'ouvrier associé, victime de son dévouement en portant secours en cas d'accident à une mine non associée, conservera tous ses droits aux distributions prévues ci-après.

La liste des ouvriers régulièrement attachés à chaque exploitation est adressée au trésorier, tous les trimestres, par les exploitants associés.

Art. 17. Aucun secours, de quelque nature qu'il soit, ne sera accordé :

a. A un ouvrier qui se serait mutilé volontairement ou dont les blessures seraient le résultat d'une imprudence ou d'une faute grossière qui lui serait imputable ;

b. A la veuve, aux parents ou aux enfants de l'ouvrier qui se serait suicidé.

N'auront droit, en aucun cas, à une pension, que les aïeul ou aïeule, les père ou mère, l'épouse ou les enfants légitimes du défunt.

Art. 18. Une condamnation prononcée pour crime enlève tout droit à la pension ou à des secours. Pourront aussi en être privés ceux qui auront été condamnés à plus de six mois d'emprisonnement.

Toute veuve qui vit publiquement en concubinage cesse d'avoir droit à la pension.

Toute veuve qui se remarie perd ses droits à la pension. La commission pourra lui allouer, à titre de secours, une somme qui ne dépassera jamais 250 fr., une fois payée.

Art. 19. Les demandes de secours doivent être adressées au président et accompagnées :

a. De l'avis du propriétaire de la mine, ou de son représentant, dans laquelle l'accident sera survenu, et, au besoin, d'un extrait certifié du registre prescrit par l'art. 7 ;

b. D'un état de situation visé par le bourgmestre de la commune ;

c. D'une déclaration d'un médecin faisant connaître, d'une manière détaillée, l'état physique de l'ouvrier.

Le président de la commission joindra à ces pièces copie du procès-verbal dressé par les officiers des mines, sur l'accident par suite duquel la demande a été présentée.

La commission se réserve de pouvoir faire visiter l'ouvrier demandeur, par un médecin qu'elle désignera, soit à domicile, soit à Namur, le jour de ses réunions.

Art. 20. Les distributions de secours sont ordinaires ou extraordinaires.

Art. 21. Les distributions ordinaires consistent dans le payement des pensions viagères ou temporaires accordées par la commission.

Art. 22. Une pension viagère sera allouée :

a. A tout ouvrier mutilé et incapable de travailler par suite de blessures reçues en travaillant, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de l'exploitation associée ;

b. Aux veuves des ouvriers qui auront péri par accident en travaillant pour une exploitation associée;

c. Aux père et mère, aïeul ou aïeule d'ouvriers qui auront péri par accident, lorsque, hors d'état de s'entretenir eux-mêmes, ils n'avaient d'autre soutien que le défunt.

Art. 23. Une pension temporaire sera accordée :

a. Aux enfants des veuves pensionnées en vertu du § *b* de l'art. 22.

Les garçons jouiront de cette pension jusqu'à leur douzième, les filles jusqu'à leur quinzième année révolue. Ils devront fréquenter l'école lorsqu'ils seront en âge;

b. Aux orphelins de père et de mère dont le père ou la mère, dernier survivant, aura péri par accident dans une exploitation associée.

c. Aux jeunes frères et sœurs de l'ouvrier qui aura péri dans une exploitation associée, lorsqu'ils seront dans le besoin et que le défunt était leur unique soutien.

Les pensions temporaires prévues par les §§ *b* et *c* finiront comme celles prévues au § *a* précédent.

Art. 24. Les pensions viagères et les pensions temporaires prendront cours du jour de l'accident qui les aura occasionnées, quelle que soit la date ultérieure de la résolution de la commission.

Art. 25. Au cas où la pension d'une veuve laissant des enfants en bas âge viendrait à cesser par décès ou par une des causes désignées à l'art. 18, la quotité des sommes à accorder à ces enfants pourra être augmentée selon les circonstances.

Art. 26. Les distributions extraordinaires sont celles que la commission croira convenable de faire, en raison de leurs besoins :

a. A des personnes déjà pensionnées, dans des cas déterminés laissés à son appréciation;

b A de proches parents du défunt n'ayant point de droit à la pension;

c. A des ouvriers blessés grièvement, mais non incapables de travailler;

d. A de vieux ouvriers devenus infirmes qui auront été attachés à des exploitations associées et y auront supporté la retenue pendant dix ans au moins.

Art. 27. Les distributions extraordinaires prendront cours aux dates à fixer par la commission, qui a le droit de les révoquer, et, régulièrement six semaines après l'accident, pour la catégorie *c* de l'art. 26.

Pendant ce temps, les ouvriers blessés resteront à la charge de la caisse particulière de l'exploitation à laquelle ils appartiendront.

CHAPITRE IV.

DE L'APPROBATION DES STATUTS ET DES CHANGEMENTS QUI Y SERAIENT APPORTÉS. — ASSEMBLÉES GÉNÉRALES.

Art. 28. Aucun changement aux présents statuts ne peut être fait qu'en assemblée générale, sur une convocation spéciale de tous les représentants des exploitations associées.

Les modifications doivent être adoptées par les deux tiers des membres présents, pourvu que ce nombre représente au moins les deux tiers des établissements associés.

Si, dans deux assemblées successives convoquées dans les formes prescrites par le § 3 de l'art. 29, les conditions préindiquées n'étaient pas remplies, les décisions seront prises dans la seconde à la majorité des membres votants.

Art. 29. La commission convoque une assemblée générale quand elle le juge convenable aux intérêts de la caisse commune.

Elle est obligatoire tous les cinq ans pour le renouvellement du mandat de la commission.

Cette convocation se fait par une circulaire de la commission, renouvelée deux fois à quinze jours de date, adressée à tous les intéressés et insérée dans un ou plusieurs journaux de la province.

L'assemblée générale, présidée comme il est dit à l'art. 11, désigne son secrétaire et ses scrutateurs.

Quand il ne s'agit pas de modifications à apporter aux statuts, lesquelles sont réglées par l'art. 28, toutes les décisions sont prises à la simple majorité des voix.

Art. 30. Chaque représentant d'une exploitation associée jouira, en assemblée générale, d'une voix, quel que soit le nombre d'ouvriers qu'il occupe au-dessous de vingt-cinq.

Chaque cinquantaine d'ouvriers au-dessus de ce premier nom-

bre lui conférera une voix de plus, sans qu'il puisse en avoir plus de dix, tant en son nom personnel que comme porteur de procuration.

Le nombre d'ouvriers attachés à chaque exploitation associée sera, lors des convocations en assemblée générale, constaté par le tableau dont il est fait mention à l'art. 16, ou par toute autre voie administrative que la commission jugera convenable.

Art. 31. Les présents statuts, et les modifications qui y seraient apportées ultérieurement seront soumis à l'approbation royale.

Art. 2. Notre ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera inséré au *Moniteur*.

Donné à Laeken, le 4 décembre 1860.

LÉOPOLD.

Par le roi :

Le ministre des travaux publics,

JULES VANDERSTICHELEN.

PERSONNEL.

I.

ADMINISTRATION CENTRALE.

M. VAN DER STICHELEN (J.), membre de la chambre des représentants, ministre des travaux publics.

Cabinet du ministre.

M. DUPONT (E.), chef de division, secrétaire.

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL.

MM. BIDAUT, (E.), secrétaire général.
GRENON (J.), directeur.

MM. Visbleur (P.-F.), chef de bureau.
Delbarre (E.), id.
Sengier (H.), id.
Lacomblé (E.), id.
Beauvois (F.), id.
André (L.), id.

Surveillance des chemins de fer concédés.

MM. Eyckholt (P.-A.), directeur.
Delvaux (J.), chef de bureau.
Nyssens (V.), contrôleur de 1re classe.
Schapen (L.), contrôleur de 2e classe.
Lenoir (J.), ingénieur.

ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES.

MM. Noel (J.-F.), directeur général.
Cognioul (J.), ingénieur.

Inspection générale des ponts et chaussées.

MM. Groetaers (J.-N.), inspecteur général.
Declercq G., ingénieur.

Inspection générale des mines.

MM. De Vaux (J.-A.-J.), inspecteur général.
Deflandre (L.), ingénieur.

Première direction. — Routes et bâtiments civils.

M. Lavallée (A.), directeur.

Deuxième direction. — Travaux hydrauliques et chemins de fer en construction.

MM. O'Sullivan (E.-P.), directeur.
Rosendahl (S.), chef de division.
Vlaminck (A.), chef de bureau.

Troisième direction. — Personnel, mines.

M. Verbruggen, directeur.

ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER, POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

MM. ***, directeur général.
Evrard (I.-H.-J.), inspecteur.

Inspections générales.

MM. Delfosse (F.-A.), inspecteur général du service des postes.
Cabry (H.), inspecteur général du service technique.
Moxhet (A.), inspecteur général du service commercial.

Direction du service général et du service de contrôle.

MM. Fassiaux (C.-A.), directeur.

Affaires générales.

Rummens (J.-B.), inspecteur.

Budgets, contrôle des dépenses et personnel.

Janssens (J.-J.-G.), inspecteur.
Lepère (N), chef de bureau.
Vandenpeereboom (T.-H.-X.), id.

Contrôle des recettes.

Vanderzanden (C.-A.-C.), inspecteur.
Michaux (E.-U.), id.
Frantzen (A.-J.), sous-inspecteur.
Stevens (E.-P.), contrôleur.
Vandevelde (P.-M.-J.), id.
Belleroche (C.-E.), id.
Masset (P.), id.
Van Moorsel (L.), chef de bureau.

Contrôle des matières, inventaires, etc.

MM. Degrelle (E.), inspecteur.
Mathieu (H.), chef de bureau.
Mersch (J.-B.), vérificateur.
Godenne (H.), id.

II.

CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES.

CLASSEMENT GÉNÉRAL DES MEMBRES DU CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES.

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
INSPECTEURS GÉNÉRAUX.		
Teichmann (T.-J.)	9 octobre 1830.	Gouverneur de la province d'Anvers.
Groetaers (G.-N.)	29 décembre 1859.	
INGÉNIEURS EN CHEF DE 1re CLASSE.		
Gérardot de Sermoise (J.-A).	13 décembre 1846.	
Maus (H.-J).	20 juillet 1860.	
Wellens (F.)	20 — —	
Magis (H.-J)	20 — —	
INGÉNIEURS EN CHEF DE 2e CLASSE.		
O'Sullivan (H.-D)	18 mars 1858.	
De Grandvoir (L.)	1er mai 1860.	
Dumon (C.-J.)	1er — —	
Houbotte (C.-J.-J.)	1er — —	
Dejaer (A.-A.-H.)	1er — —	
Carez (M.)	1er — —	
Zuber (F.)	20 oct. 1860, ing. de 1re cl., f. f. d'ing. en chef.	
INGÉNIEURS DE 1re CLASSE.		
Manilius (J.)	29 — 1845.	Attaché à l'école du génie civil à Gand.

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
Manilius (J.)	29 juillet 1845.	Attaché à l'école du génie civil.
Desmarais (Th.-L.)	1er février 1850.	
Cordonnier (A.-J.)	10 avril 1853.	
Lebens (Th.)	10 — —	
De Perre (J.-B.)	20 — —	
Masson (S.-H.)	21 mai 1854.	
Cognioul (J.)	14 juillet 1856,	Attaché au ministère.
Van Meus (J.-B.)	5 déc. —	En disponibilité
Gombert (J.)	11 août 1858.	
Bodet (S.-J.	11 — —	
Bernard (J.-B.)	26 avril 1859.	
Crépin (L.-L.)	27 juillet —	

INGÉNIEURS DE 2e CLASSE.

Lambert (T.)	26 avril 1854.	
Depermentier (G.-J.-B.)	25 mars 1855	
Laurensius (B.-F.)	25 — —	
Boudin (E.)	25 — —	Attaché à l'école du génie civil à Gand.
Colson (H.-J.)	25 — —	
Grosfils (J.-J.)	25 — —	
Piérard (T.)	14 juillet 1856	
Huriau (J.-B.)	14 — —	
Gille (J.-J.)	6 août 1857.	
Pinsard (H.-J.)	6 — —	
Dedier (F.)	6 — —	
Andries (Ch.)	11 — 1858.	Attaché à l'école du génie civil à Gand.
Andries (J.)	11 — —	
Morelle (H.)	11 — —	
Lamal (T.-J.)	26 avril 1859.	
Vanschoubroek (L.)	— —	

INGÉNIEURS DE 3e CLASSE.

Ubaghs (J.-E.)	1er février 1850.	En disponibilité.
Crespelle (J.)	15 mars 1854.	
Leclerc (F.C.G.)	15 — —	
Trouet (S.)	15 — —	
Petit (F.)	25 mars 1855.	
De Bruyn (D.-J.)	23 sept. 1856.	
Leclerc (J.-M.)	23 — —	Attaché au ministère de l'intérieur.
De Neeff (Th.)	6 août 1857.	
Berger (L.)	6 août 1857.	
De Clercq (G.)	6 — —	Attaché au ministère.
Stockman (H.)	6 — —	

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
Beaufort (N.)	6 août 1857.	
Labye (C.)	6 — —	
Broeckhans (J.-H.)	26 avril 1859.	
Piens (E.)	26 — —	
Deraeve (F.)	1er mai 1860.	
Marcq (A.)	1er — —	

SOUS-INGÉNIEURS.

Vantroostenberghe (A.)	30 octobre 1850.	En disponibilité.
Willems (A.)	3 mai 1854.	
De Matthys (H.-R.)	1er mars 1855.	
Wolters (G.)	1er — —	
Du Roy (E.)	25 sept. 1858.	
Symon (A.)	25 — —	
Derote (L.)	28 mars —	
De Munter (C.)	28 — —	

CONDUCTEURS DE 1re CLASSE.

Herouet (P.-N.)	24 juillet 1837.	
Penant (J.-B.)	11 août 1839.	
Stevens (G.)	28 déc. —	Attaché au ministère.
Garnier (C.-F.-E.)	5 avril 1840.	En disponibilité.
Van Praet (J.-H.)	6 — —	
Canivet (S.)	15 — 1843.	
Jonckheere (H.-A.)	4 déc. 1844.	
Rousseau (J.-J.)	29 juillet 1845.	Attaché au ministère de la justice.
Jaminé (J.-L.)	4 octobre 1845.	
Diegerick (F.-J.)	4 — —	
Dandelin (L.)	1er février 1850.	
Trouet (J.)	—	
Braibant (Ch.-Th.)	—	
Piérart (E.-C.)	—	
Lamury (A.-M.)	23 octobre 1851.	
Groulard (V.-J.)	23 —	
Dupont (J.-P.)	23 —	
Thomas (C.)	23 —	
Scheepers (M.)	10 avril 1853.	
Basse (B.)	10 —	
Rogier (J.)	10 —	
Kempynck (A.-J.)	10 —	
De Aguilar (T.)	10 —	
Renaud (H.-A.)	10 —	
Mallet (V.-C.)	10 —	
Descamps (A.)	10 —	

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS
Maes (Ed)	10 avril 1853.	
Delhaise (J.-J)	26 avril 1854.	
Colpaert (D)	26 —	
Silvais (M.-A).	26 —	
Delgotal (A -J.)	15 mai 1854.	
Balbeur (J.-B.)	15 —	
Gilly (E -E).	25 mars 1855.	
Defawe (E.-J)	25 —	
Petit (J- B.)	25 —	
Seresia (L.-F.-E.).	14 juillet 1856.	
Crets (F)	14 —	
Decreeft (L -C.)	14 —	
Petit-Jean (P -J.)	14 —	
Dethy (J.-B)	14 —	
Wantzel (C.-F)	14 —	
Moreau (P -J.).	23 octobre 1856.	
Richir (L.).	6 août 1857.	
Simonis (P.-F.)	6 —	
Descamps (E)	6 —	
Deltour (P -J.).	6 —	
Jacques (F.-A.)	11 août 1858.	
Michaux (J).	11 —	
Maciejowski (J).	11 —	
Heymans (F -A.)	11 —	
Poppe (J.-B.).	11 —	
Adam (L J.)	26 avril 1859.	
Cordier (G.J.).	26 —	
Traets (D)	26 —	Attaché à l'école du génie civil à Gand

CONDUCTEURS DE 2e CLASSE.

Nef (F.-J).	10 avril 1841.	En disponibilité.
Guilmot (J.-E.)	10 avril 1853.	
Baré (E).	—	
Dewinter (F)	—	
Goedert (C).	—	
Geswein (M.).	—	Attaché à l'école du génie civil à Gand.
Ricaille (J -J).	—	
Lumen (L -J).	—	
Cambier (A.-J).	—	
Besme (J.)	—	
Giroux (L.).	—	
Schanus (W -M.)	20 avril 1854.	
Besseling (N)	—	
Toeffaert (Ch.)	—	
Monami (R -S)	26 —	

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS
Segers (J.-B.).	—	Attaché à l'école du génie civil à Gand.
Vieux-Jean (T.-J.)	—	
Lejeune (H.-H.)	—	
Courtois (H.-N.)	—	
Declercq (C.-B.).	—	
Despreetz (E.).	—	
Lallement (R.-E.)	—	
Dispauw (J.-G.).	—	
Vandeloo (A.-T.)	25 mars 1855.	
Waeghemans (E.).	—	
Bekaert (F.-M.)	—	
Misonne (A.-P.)	25 mars 1855.	
Gevaert (J.)	—	
Goffin (J.-C.)	—	
Lambert (A.)	14 juillet 1856.	
Wybauw (H.-E.).	—	
Vergauwen (L.-C.)	—	
Canivet (J.)	—	
Rosseels (J.-L.)	—	
Groulard (Ch.)	—	
Joannès (N.-J.)	—	
De Posch (F.-J.).	—	
Hanus (F.).	14 juillet 1856.	
Carpentier (D.)	—	
Baetens (F.).	6 août 1857.	
D'Houdt (R.)	—	
Paheau (L.)	—	
Dubois (F.)	—	
Lallemand (J.-J.).	—	
Heymans (V.-J.)	—	
Gody (L.-J.).	—	
Baurin (L.)	11 août 1858.	
Trouet (A.)	—	
Leenaert (J.)	—	

CONDUCTEURS DE 3e CLASSE.

Poncelet (L.-J.)	26 mai 1836.	En disponibilité.
Hetten (T.)	10 avril 1841.	En disponibilité.
Prisse (A.-P.)	1er février 1850.	En disponibilité.
Fumière (J.).	5 mai 8151.	
De Bouck (L.-C.)	20 janvier 1853.	
De Radigues (F.)	25 avril —	
Seyler (H.)	17 mai —	
Vandenabeele (V.)	— —	
Richir (P.-J.)	26 — —	
Huet (C.)	7 juin —	
Pasque (A.).	8 juillet —	

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
Velghe (J.)	8 novembre 1853.	
Vercammen (F.)	7 juin 1855	
Goffinet (J.)	14 juillet 1858.	
D'Anvers (A.)	—	
Coster (W.)	13 octobre 1858	
Miroir (F.)	—	
De Grandvoir (F)	29 novembre 1858.	
Backeljan (J)	12 août 1859	
Poncelet (J)	6 juillet 1860.	
Van Impe (A.)	14 janvier 1861.	
Cruls (F.)	—	

SECTION D'ACTIVITÉ.

Directions des ponts et chaussées dans les provinces.

PROVINCE D'ANVERS.

Direction et surveillance, dans les limites fixées par l'arrêté organique, des routes de l'État, des routes provinciales, des bâtiments civils, à l'exception des prisons; de l'Escaut, de la petite Nèthe canalisée, de la Nèthe inférieure, du Rupel, de la Dyle, à partir de l'aval du barrage de Werchter, du canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, depuis l'origine du bassin de la *Pierre-Bleue*, avec l'embranchement vers Turnhout jusqu'à l'écluse n° 6 des polders, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

Service général.

Dejaer (A.-A.-H.), ingénieur en chef de 2e classe, à Anvers

Construction de musoirs dans l'Escaut. — Entrepôt général de commerce d'Anvers

De Mathys (H), sous-ingénieur

Toeffaert (C.) cond. de 2e classe.

Arrondissement d'Anvers.

Lebens (J.), ingénieur de 1re cl., à Anvers

Colpaert (D), cond. de 1re classe, à Anvers

Simonis (J.-F), cond. de 1re cl., à Anvers.

Heymans (F.-A), cond. de 1re classe, à Anvers.

Waeghemans (E.), cond. de 2e classe, à Anvers

Arrondissement de Malines.

Desmarais (T.), ingénieur de 1re cl., à Malines

Delgotal (A.-J.) conducteur de 1re cl., à Malines.

Lallement (R.) cond. de 2e cl., à Malines.

Lumen (L.-J.), cond. de 2e classe, à Lierre.

Arrondissement de Turnhout.

Bodet (S.), ingénieur de 1re classe, à Turnhout

Scheepers (M.), cond. de 1re classe, à Turnhout.

Deltour (P.-J.), cond. de 1re cl, à Herenthals.

Wybauw (H.-E.), cond. de 2e classe, à Turnhout.

PROVINCE DE BRABANT.

Direction et surveillance, dans les limites fixées par l'arrêté organique, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils, et notamment de ceux de la capitale et des environs, à l'exception des prisons ; de la Senne, de la Dyle jusqu'au barrage de Werchter inclusivement, du Démer, du canal de Charleroy à Bruxelles et ses embranchements, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

Service général.

Wellens (F.), ingénieur en chef de 1re classe, à Bruxelles.

De Munter (C), sous-ingénieur à Bruxelles.

Arrondissement de Bruxelles.

Gilles (J.-J.) ingénieur de 2e classe, à Bruxelles.

Penant (J.-B.), cond. de 1re classe, à Bruxelles.

Richir (L.), conducteur de 1re classe, à Bruxelles.

Renaud (H.-A.), conducteur de 1re cl. à Bruxelles.

Dethy (J.-B.-X), cond. de 1re classe, à Bruxelles.

Bâtiments civils et Senne.

Masson (S.-H.-E) ingénieur de 1re cl, à Bruxelles.

Wantzel (C.-F.) cond. de 1re classe, à Bruxelles.

Carpentier (D.), conduct. de 2e cl., à Bruxelles.

Canal de Charleroy à Bruxelles.

Dedier (F.), ingénieur de 2e classe, à Bruxelles.

Besme (J.), conducteur de 2e classe, à Hal.

Petit (J.-B.-J.), conducteur de 1re cl., à Pont-à-Celles.

Paheau (L.), conducteur de 2e classe, à Roux.

Arrondissement de Louvain.

De Neeff (T.), ingénieur de 3e classe, à Louvain

Crets (G.-C.) cond. de 1re cl., à Louvain.

Moreau (P.-J.) conducteur de 1re cl., à Louvain

Vandeloo (A.-T.), cond. de 2e classe, à Diest.

Goffin (J.-C.), cond de 2e cl., à Tirlemont.

Arrondissement de Nivelles.

Trouet (G.), ingénieur de 3e cl., à Nivelles.

Mallet (V.-C.-J.), cond. de 1re classe, à Bruxelles.

Petitjean (J.-J.) cond. de 1re classe, à Bruxelles.

Vieux-Jean (T.-J.) conduct. de 2e cl. à Nivelles.

Baetens (F.), cond. de 2e classe, à Wavre.

PROVINCE DE LA FLANDRE OCCIDENTALE.

Direction et surveillance, dans les limites fixées par l'arrêté organique, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils, à l'exception des prisons; de la Lys, de l'Yser, des canaux de Gand à Ostende, de Plasschendaele à Furnes, de Furnes vers Dunkerque, de Furnes vers Bergues, de Loo, de l'Yperlée, de Bourgogne, de Selzaete à la mer du Nord, du sud de Bruges, de Blankenberghe, de Lisseweghe et de Bruges vers l'Écluse, du canal concédé de Bossuyt, des ports d'Ostende et de Nieuport, de la côte, des polders, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

Service général.

Zuber (F.), ingénieur de 1re classe, faisant fonctions d'ingénieur en chef à Bruges.

Arrondissement de Bruges.

Andries (J.), ingénieur de 2e classe, à Bruges

Serésia (L.-J.-E.), cond. de 1re classe, à Bruges.

D'Hondt (R.), conduct. de 2e classe, à Bruges.

Arrondissement d'Ostende.

Crépin (L.-L.), ingénieur de 1re cl., à Ostende.

Piens (E.), ingén. de 3e classe, à Ostende.

Adam (L.), conducteur de 1re classe, à Furnes.

Kempynck (A.-J.), cond. de 1re cl., a Nieuport.

Rosseels (J.-L.-F.), conduct. de 2e cl., à Slykens.

D'Anvers, conducteur de 3e classe, à Ghistelles.

Arrondissement de Courtrai

Pierard (T.), ingénieur de 2[e] classe, à Courtrai.

Jonckheere (H.-A.-J.). conducteur de 1[re] classe, à Courtrai.

Van Impe (A.), cond. de 3[e] classe, à Thielt.

Arrondissement d'Ypres.

Stockmann (H.), ingénieur de 3[e] cl., à Ypres.

Van Praet (J.-H.), conducteur de 3[e] cl., à Ypres.

Backeljau (F.), cond. de 3[e] classe, à Ypres.

Côte et port de Blankenberghe.
Canal de Selzaete, etc.

Piens (E.), ingénieur de 3[e] classe, à Ostende.

Poppe (J.-B.), cond. de 1[re] cl., à Blankenberghe.

PROVINCE DE FLANDRE ORIENTALE.

Direction et surveillance, dans les limites fixées par l'arrêté organique, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils, à l'exception des prisons; des chemins de fer concédés de Hainaut et Flandre, et de Gand à Eecloo, des rivières la Dendre, la Lys, l'Escaut et la Durme; des canaux de Gand à Bruges, de Gand à Terneuzen, du Moervaert, de Deynze à Schipdonck et de Selzaete à la mer du Nord, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

Service général.

Carez (M.), ingénieur en chef de 2[e] classe, à Gand.

Wolters (G.), sous-ingénieur à Gand.

Arrondissement de Gand.

De Perre (J.B.), ingénieur de 1[re] classe à Gand.

Cambier (A.J.) conducteur de 2[e] classe à Gand.

De Clercq (C.B.H.), conducteur de 2[e] classe, à Gand

Gevaert (I.), conducteur de 2[e] classe, à Gand

Bekaert (E.M.P). conducteur de 2[e] classe à Gand.

Arrondissement de Termonde.

Laurensius (B.F.), ingénieur de 2[e] classe à Termonde.

Maes (E.-E.), conducteur de 1[re] classe, à Saint-Nicolas.

Velghe (J.-C.), conducteur de 3[e] classe à Termonde.

Arrondissement d'Audenarde.

Broeckhans (J.H.), ingénieur de 3[e] classe à Gand.

Diegerick (F.J.), conducteur de 1[re] classe, à Audenarde.

Hanus (F.). conducteur de 2[e] classe, à Deynze.

Arrondissement de Ninove.

Lamal (T.J.), ingénieur de 2[e] classe, à Ninove.

Leenaert (G.), conducteur de 2[e] classe, à Grammont.

Vercammen (F.), conducteur de 3[e] classe, à Ninove

A. *Canal de dérivation de la Lys, de Deynze à la mer du Nord* (partie comprise entre Schipdonck et le canal d'écoulement des eaux du sud de Bruges).

Canal d'Eecloo.

Van Schoubroeck (H.), ingén. de 2e cl., à Bruges.

Symon (A.), sous-ingénieur, à Bruges

Lallemand (J.-J.), cond de 2e classe, à Eecloo.

B *Canal de dérivation de la Lys, de Deynze à la mer du Nord* (partie comprise entre le canal d'écoulement des eaux du sud de Bruges et la mer)

Colson (H.-J) ingénieur de 2e classe, à Heyst

De Posch (H.-J.), cond. de 2e classe, à Oostkerke

PROVINCE DE HAINAUT.

Direction et surveillance, dans les limites fixées par l'arrêté organique, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils, à l'exception des prisons; de la construction du chemin de fer concédé de Manage à Erquelines, et des diverses branches du chemin de fer concédé de Hainaut et Flandres; des rivières l'Escaut, la Dendre, la Sambre canalisée, depuis la limite de la province de Namur jusqu'à la frontière française vers Erquelinnes ; des canaux de Mons à Condé, de Pommerœul à Antoing, des canaux concédés de Caraman et de l'Espierre, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

Service général.

Maus (H.-J.), ingén. en chef de 1re cl., à Mons.

1er *Arrondissement de Mons.*

Gombert (J.) ingénieur de 1re classe, à Mons.

Thomas (C), conducteur de 1re cl , à Mons.

Descamps (A.), conducteur de 1re cl., à Herbières-lez-Baudour.

Giroux (L.), conducteur de 2e cl., à Mons.

2e *Arrondissement de Mons.*

Huriau (J -B.), ingénieur de 2e classe, à Mons

Willems (A), sous-ingénieur.

Hérouet (P.-N), cond. de 1re classe, à Soignies.

Piérart (E.-C.), cond. de 1re classe, à Lessines.

Canivet (S.), conduct. de 1re classe, à Fayt.

Canivet (J.), conducteur de 2e classe, à Binche.

Dubois (F.), conducteur de 2e classe, à Ath.

Arrondissement de Charleroy.

Depermentier (G -J -B.-B.), ingén. de 2e cl , à Charleroy.

Travaux d'amélioration de la Sambre.

De Rote (L.), sous-ingénieur, à Charleroy.

Michaux (J.) conducteur de 1re cl., à Charleroy.

Dewinter (F.), conduct. de 2e classe, à Charleroy.

Mixonne (A.-P.-J.), cond. de 2e classe, à Fleurus.

Groulard (C.), cond. de 2e classe, à Charleroy.

Seyler (H.), conduct. de 3e classe, à Chimay.

Arrondissement de Tournai.

Morelle (H.), ingénieur de 2e classe, à Tournai

Rogier (J.), conducteur de 1re classe, à Tournai.

Baurin (L.), conduct. de 2e classe, à Tournai.

Vandenabeele (P.), conduct. de 3e cl. à Tournai.

PROVINCE DE LIÉGE.

Direction et surveillance, dans les limites fixées par l'arrêté organique, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils, à l'exception des prisons; du chemin de fer concédé de Liége à Maestricht, ainsi que des rivières l'Ourthe et l'Emblève, du canal de Liége à Maestricht, du canal concédé de Meuse et Moselle, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

Service général.

O'Sullivan (H.), ingénieur en chef de 2e classe à Liége.

Arrondissement de Liége.

Pinsard (H.-J.), ingénieur de 2e classe à Liége.

Silvais (M.-A.), cond. de 1re classe, à Liége.

Groulard (V.-J.), cond. de 1re classe, à Liége.

Vergauwen (L.-C.), conducteur de 2e classe, à Liége.

Baré (E.), conducteur de 2e classe, à Liége

Courtois (H.-N.), cond. de 2e classe, à Liége.

Arrondissement de Huy.

Labye (C.), ingénieur de 3e classe à Liége.

Dupont (J.-P.), cond. de 1re classe, à Huy.

Gilly (E.-E.), conducteur de 1re classe, à Hannut.

Schanus (W.), conducteur de 2e classe, à Liége.

Fumière (J.), conducteur de 3e classe à Huy.

Arrondissement de Verviers.

Beaufort (N.), ingénieur de 3e classe, à Verviers.

Defawe (E.), conducteur de 1re classe, à Verviers.

Cordier (G.-J.), cond. de 1re classe, à Battice.

Monami (R.-S.-A.), conducteur de 2e classe, à Stavelot.

Pasque (A.), conducteur de 3e classe à Aywaille.

PROVINCE DE LIMBOURG.

Direction et surveillance, dans les limites fixées par l'arrêté organique, des routes de l'État, des bâtiments civils, à l'exception des prisons ; du chemin de fer concédé de Liége à Maestricht, de la Meuse limbourgeoise et du Démer, du canal de Maestricht à Bois-le-Duc et de la première section du canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, jusques et non compris le bassin de la *Pierre-Bleue*, des canaux de Hasselt au canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, et de ce dernier au camp de Beverloo, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

Service général.

Magis (F.), ingénieur en chef de 1re classe, à Hasselt.

Arrondissement de Hasselt, Nord-Ouest.

De Bruyn (D.), ingénieur de 3e classe, à Hasselt.

De Creeft, (L.-C.), conducteur de 1re classe, à Hasselt.

Delhaise (J.-J.), conducteur de 1re classe, à Beeringen.

Huet (C.), conducteur de 3e classe, à Brée

Arrondissement de Hasselt. Sud-Est

Grosfils (J.-J.A.), ingén. de 2e classe, à Hasselt.

Jaminé (J.-L.), cond. de 1re classe, à Hasselt.

De Aguilar (T.), cond. de 1re classe, à Tongres.

Gody (L.-J.), conducteur de 2e classe, à Hasselt

Lambert (A.-J.); cond. de 2e classe, à St.-Trond.

Arrondissement de Maeseyck.

Crespelle (J.), ingénieur de 3e classe, à Hasselt

Guilmot (J.-A.-E.), cond de 2e classe. à Maeseyck.

Lejeune (H.-H.), cond de 2e classe, à Stockheim.

De Bouck (L.-E.), cond. de 3e classe, à Neerpeelt.

PROVINCE DE LUXEMBOURG.

Direction et surveillance, dans les limites fixées par l'arrêté organique, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils, à l'exception des prisons, des sections du chemin de fer de Hogne vers les frontières de Prusse et du grand-duché de Luxembourg et de Neufchâteau à Bastogne, de l'Ourthe et du canal concédé de Meuse et Moselle, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

Service général

De Grandvoir (L.), ingénieur en chef de 2e classe, à Arlon.

Arrondissement d'Arlon.

Petit (F.), ingénieur de 3e cl., à Arlon

Lamury (A.-M.), conduct. de 1re classe à Habay-la-Neuve.

Trouet (J.), conduct. de 1re classe, à Thibessart

Besseling (N.), conduct. de 2e classe, à Arlon.

Joannès (N.-J.), conducteur de 2e cl. à Florenville.

Arrondissement de Marche

Lambert (T.), ingénieur de 2e classe, à Marche

Balheur (J.-B.), conduct. de 1re classe, à Laroche

Jacques (F.-A.-L.), cond. de 1re classe, à Marche.

Dandelin (L.). cond. de 1re classe, à Vielsam.

Arrondissement de Neufchâteau.

Cordonnier (M.-J.), ingén. de 1re classe, à Neufchâteau

Maciejowski (J.). cond. de 1re classe, à Saint-Pierre

Coster (W.), conducteur de 3e classe, à Neufchâteau.

De Grandvoir (F.), cond. de 3e classe, à Bastogne.

PROVINCE DE NAMUR.

Direction et surveillance, dans les limites fixées par l'arrêté organique, des routes de l'État, des routes provinciales, des routes concédées, des bâtiments civils, à l'exception des prisons; des chemins de fer concédés du Luxembourg et de Namur à Givet; de la Meuse, depuis l'embouchure de la Sambre jusqu'à la frontière française; de la Sambre canalisée, depuis la 15e écluse exclusivement, et toutes autres attributions définies par l'arrêté organique.

Service général.

Dumon (C.-J.), ingénieur en chef de 2e classe, à Namur.

Arrondissement de Namur.

Bernard (J.-B.), ingénieur de 1re classe, à Namur

Braibant (C.-T), conduct de 1re classe, à Namur.

Dispaux (J.-G.), cond. de 2e classe, à Namur.

Ricaille (J.-J.), cond. de 2e classe, à Gembloux.

De Radiguès (F.). conduct. de 3e classe, à Namur.

Cruls (F.), conducteur de 3e classe, à Namur.

Arrondissement de Dinant.

Leclerc (E.-C.-G.), ingén. de 3e classe, à Dinant.

Trouet (A.), conducteur de 2e classe, à Membre

Heymans (V.-J.), conduct. de 2e classe, à Ciney.

Miroir (F.), conduct. de 3e classe, à Dinant.

Goffinet (J.) conducteur de 3e classe, à Rochefort

Arrondissement de Philippeville.

Marcq (A.), ingénieur de 3e classe, à Dinant

Despreetz (E.-A.-J.), cond. de 2e classe à Philippeville

Poncelet (L.-J.) cond. de 3e classe à Dinant.

Richir (G.), conducteur de 3e classe, à Philippeville.

Service spécial de la Meuse, depuis l'embouchure de la Sambre, à Namur, jusqu'à la limite de la province du Limbourg, de l'Ourthe et du canal de Meuse et Moselle, entre Liége et Chênée.

Houbotte (C.-J.-J.), ingénieur en chef de 2e classe, à Liége.

Berger (L.) ingénieur de 3e classe, à Namur.

Du Roy (E.), sous-ingénieur, à Liége.

Basse, conducteur de 1re classe, à Liége.

Goedert (C.), conduct. de 2e cl., à Huy

Ingénieurs et conducteurs détachés à l'école du génie civil annexée à l'université de Gand.

Manilius (J.), ingénieur de 1re classe.

Boudin (E.-J.), ingén. de 2e classe.

Andries (C.-A.), ingén. de 2e classe

Traets (D.), conducteur de 1re classe.

Geswein (M.), conduct. de 2e classe.

Segers (J.-B.), conduct. de 2e classe.

SECTION DE DISPONIBILITÉ.

La section de disponibilité comprend :

1° Les membres du corps qui, par suite de suppression d'emploi, ne peuvent être maintenus dans le cadre d'activité ;

2° Ceux qui, pour cause de maladie ou d'infirmités, ou par d'autres motifs, se trouvent momentanément hors d'état de remplir convenablement leurs fonctions ;

3° Ceux qui sont détachés à un département ministériel pour un service en dehors des attributions des ingénieurs des ponts et chaussées ;

4° Ceux qui sont attachés à l'administration des chemins de fer de l'État ;

5° Ceux qui, par suite de congés, quittent temporairement le service de l'État pour s'attacher au service des compagnies ou pour toute autre cause analogue ; ceux-ci ne jouissent d'aucun traitement à charge du trésor public.

1°

Van Meus (J) ingénieur de 1re classe
Ubaghs (J.-C.), ingénieur de 3e classe
Garnier (C.-F.), conduct de 1re classe.
Nef (F.-J.), conducteur de 2e classe
Hetten (T.), conducteur de 3e classe.

2°

Gerardot de Sermoise, ingénieur en chef de 1re classe.
Van Troostenberghe (A.), sous-ingén.
Prisse (A.-P.-F), conduct. de 3e classe.

3°

Teichmann (T.-J.-C.), inspect. génér.
Manilius (J.), ingénieur de 1re classe.
Boudin E.-J.), ingén. de 2e classe
Andries (C.-A.), ingén. de 2e classe.
Leclerc (J.-M.-J.), ingén de 3e classe
Rousseau (J.-J), conduct. de 1re classe.
Traets (D), conducteur de 1re classe.
Geswein (M.). conduct. de 2e classe.
Segers J.-B), conduct. de 2e classe.

4°

Petitjean (P.-J), ingén. de 1re classe
Stevens (L), ingén. de 2e classe
Van Moere (B.-F.) ingén. de 2e classe.
Malécot (L.). ingénieur de 3e classe.
Leclerc (F.), ingénieur de 3e classe.
Van Esschen (N.-F.), ing. de 3e classe.
Thibésard (G.-J.), cond. de 1re classe.
Muls (E), conducteur de 1re classe.
Mottequin (P.-J), cond. de 1re classe.
Dupont (J.-B.). conduct de 1re classe
Lamquet (G.-E.-H.), cond de 2e classe.
Thein (N.) conducteur de 2e classe.
Maertens (J). conduct. de 2e classe.
Brockmann (F.-G.), conduct de 2e cl.
Vande Velde (J.-H.-V), cond. de 3e cl.

5°

Desart (G.-H), ingénieur en chef de 1re classe
Spilingard (F.), ingénieur de 1re classe.
Goddyn (L), ingénieur de 1re classe
Drugmand (D.), ingénieur de 3e classe.
Rombaux (J.-B.), sous-ingénieur.
De Greny (L), conduct. de 1re classe.
Bassing (T.), conducteur de 1re classe.
Guinotte (J), conducteur de 2e classe
Mottin (F), conducteur de 2e classe.
Claes (E.), conducteur de 2e classe.
Poncelet (L.-J.) conduct de 3e classe
Tielemans (F.), conduct. de 3e classe.
Vander Elst (C.), cond de 3e classe.
Guillery (T.), conduct. de 3e classe.
Vander Elst (L.-L.), cond. de 3e classe.
Coppens (E.), conducteur. de 3e classe.
De Maesschalck, conduct. de 3e classe

SECTION DE NON-ACTIVITÉ.

Néant.

III.

CORPS DES MINES.

CLASSEMENT DES MEMBRES DU CORPS DES MINES.

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
INSPECTEUR GÉNÉRAL.		
De Vaux (J.-A.)	10 juin 1844.	Attaché au ministère.
INGÉNIEURS EN CHEF DE 1re CLASSE.		
Gonot (J.)	10 juin 1844.	
Gernaert (J.-H.)	23 juin 1857.	
Gautier (A.-F.)	23 —	Conseiller des mines.
INGÉNIEUR EN CHEF DE 2e CLASSE.		
Bidaut (J.-G.-E.)	30 avril 1859.	Secrétaire général du ministère des travaux publics.
INGÉNIEURS DE 1re CLASSE.		
Mueseler (M.-L.)	30 juin 1850.	
Rucloux (F.-A.-J.)	18 mars 1851.	
Jochams (F.)	18 — —	
De Crassier (baron P.-A.)	20 — 1854.	
Toilliez (A.)	11 août 1858.	
Poncelet (J.-B.)	11 —	
Dethier (C.-F.)	11 janvier 1861.	En disponibilité.
INGÉNIEURS DE 2e CLASSE.		
Laguesse (E.-V.)	11 août 1858.	
Van Scherpenzeel-Thim (J.H.)	11 janvier 1861.	
INGÉNIEURS DE 3e CLASSE.		
Geoffroy (A.)	12 octobre 1856.	
Deflandre (L.)	12 —	Attaché au ministère
Chaudron (J.)	12 —	Id.

NOMS ET PRÉNOMS.	DATE DE LA DERNIÈRE NOMINATION.	OBSERVATIONS.
Hamal (C.-L.)	12 octobre 1856.	
Lambert (C.)	11 août 1858.	
Flamache (V.)	11 —	
Beaujean (J.-A.)	11 —	
Berchem (F.)	11 —	
Clément (C.)	15 — 1860.	
Desimony (H.)	15 —	
Bougnet (E.-A.)	15 —	

SOUS-INGÉNIEURS.

Gerard (D.)	11 août 1856.	
L'hoest (A.-G.-L.)	11 —	
Defize (E.-N.-G.)	11 —	
Quoilin (C.-L.)	11 —	
Dechamps (L.)	11 —	
Ransy (A.)	11 —	
Flamache (J.-P.)	11 —	
Scarceriaux (L.-J.)	11 —	
Dawance (J.-A.)	11 —	
Mueseler (G.-G.)	11 —	
Arnould (G.)	11 —	
Gille (J.)	11 —	
Franeau (A.)	11 —	
Collette (Ch.)	11 —	
Simonis (A.)	11 —	
Timmerhans (L.)	11 —	
Hamal (B.)	11 —	
Gillieaux (V.)	11 —	
Depoitier (E.)	21 mars 1858.	
Franquoy (J.)	10 nov. —	
Harzé (E.)	—	
Malherbe (D.-J.)	23 nov. 1859.	
Descamps (E.)	26 juin 1860.	
Dejear (E.)	9 nov. 1860.	
Firket (A.)	10 fév. 1861.	

SERVICES DU CORPS DES MINES.

Direction des mines dans les provinces.

PREMIÈRE DIRECTION. — PROVINCE DE HAINAUT.

SERVICE GÉNÉRAL.

Gonot (J.), ingén. en chef de 1[re] classe, à Mons.

De Simony (H.), ingén. de 3[e] classe, à Mons.

Scarcériaux (L.-J.), sous-ingénieur, à Mons.

PREMIER ARRONDISSEMENT.

(Arrondissements judiciaires de Mons et de Tournay.)

Service général du 1[er] arrondissement.

Toilliez (A.-A.-F.), ingén. de 1[re] classe à Mons

Hamal (C.-L.), ingénieur de 3[e] classe, à Mons.

Premier district.

Hamal (C.-L.). ingénieur de 3[e] classe, à Mons.

Deuxième district.

Harzé (E.), sous-ingénieur à Mons.

Troisième district.

Dejaer (E.), sous-ingénieur à Mons.

Quatrième district.

Gille (J.), sous-ingénieur à Mons.

Cinquième district.

Franeau (A.), sous-ingénieur à Mons.

Sixième district.

Arnould (G.), sous-ingén à Jemmapes.

Septième district.

Descamps (H.), sous-ingénieur à Mons.

2[e] ARRONDISSEMENT.

(Arrondissement judiciaire de Charleroy.)

Service général du 2[e] arrondissement.

Jochams (F.), ingénieur de 1[re] classe, à Charleroy.

Lambert (C.), ingénieur de 3[e] classe, à Charleroy.

Premier district.

Lambert (C.), ingénieur de 3[e] classe, à Charleroy.

Deuxième district.

Gillieaux (V.), sous-ingén., à Charleroy.

Troisième district.

Firket (J.), sous-ingén., à Charleroy.

Quatrième district

Depoitier (E.), sous-ingén., à Charleroy.

Cinquième district.

Flamache (J.-P.-J.-H.), sous-ingénieur à Charleroy.

Sixième district.

Gérard (D.), sous-ing., à Charleroy.

Septième district.

Malherbe (D.-J.), sous-ingénieur, à Charleroy.

DEUXIÈME DIRECTION. — LES HUIT AUTRES PROVINCES.

SERVICE GÉNÉRAL.

Gernaert (J.-H.) ingénieur en chef de 1re classe, à Liége

Geoffroy (A.), ingénieur de 3e classe à Liége.

3e ARRONDISSEMENT.

(Province de Namur.)

Service général du 3e arrondissement.

De Crassier (baron P.-A.), ingénieur de 1re classe, à Namur.

Berchem (F. ingénieur de 3e classe, à Namur.

Premier district.

Berchem (F.), ingénieur de 3e classe, à Namur.

Deuxième district.

Hamal (B.), sous-ingénieur, à Namur.

Troisième district.

Mueseler (G.-G.), sous-ing., à Namur.

Quatrième district.

Quoilin (C.-L.-X.), sous-ingénieur, à Namur.

4e ARRONDISSEMENT.

(Province de Luxembourg.)

Service général du 4e arrondissement.

Poncelet (J.-B.), ingén. de 1re classe, à Namur.

Clément (C.), ingénieur de 3e classe, à Arlon.

Service du district unique.

Clément (C.), ingénieur de 3e classe à Arlon.

5e ARRONDISSEMENT.

(Partie de l'arrondissement judiciaire de Liége, située sur la rive gauche de la Meuse.)

Service général du 5e arrondissement.

Rucloux F.-A.-J.), ingénieur de 1re cl., à Liége.

Beaujean (J.-A.-J.-E.), ing. de 3e cl., à Liége.

Premier district.

Beaujean (J.-A.-J.-E.), ing. de 3e cl., à Liége.

Deuxième district.

Defize (E.-N.-G.), sous-ingén. à Liége.

Troisième district.

Timmerhans (L.), sous-ingén., à Liége.

Quatrième district.

Simonis (A.), sous-ingénieur, à Liége.

6e ARRONDISSEMENT

(Arrondissements judiciaires de Verviers. Partie de l'arrondissement judiciaire de Liége, située sur la rive droite de la Meuse.)

Service général du 6e arrondissement.

Mueseler (M.-L.), ingénieur de 1re cl., à Liége.

Dawance (L.), sous-ingén., à Liége.

Premier district

Franquoy (J.), sous-ingén., à Liége.

Deuxième district

Ransy (A.), sous-ingénieur, à Liége.

Troisième district.

Bongnet (E.-A.-J.), ingén., de 3e cl., à Jemeppe.

Quatrième district

Collette (C.), sous-ingén. à Jemeppe.

7e ARRONDISSEMENT.

(Arrondissement de Huy.)

Service général du 7e arrondissement

Laguesse (E.-V.-A.), ingén. de 2e cl., à Liége

Flamache (V.), ingén. de 3e classe, à Liége.

Premier district.

Flamache (V.), ingénieur de 3e classe, à Liége.

Deuxième district.

Dechamps (L.), sous-ingén., à Liége.

8e ARRONDISSEMENT

(Province d'Anvers, de Brabant, de la Flandre occidentale, de la Flandre orientale et du Limbourg.

Service général du 8e arrondissement.

Chaudron (J.), ingén. de 3e classe, à Bruxelles.

SECTION DE DISPONIBILITÉ.

La section de disponibilité comprend :

1° Les membres du corps qui, par suite de suppression d'emploi, ne peuvent être maintenus dans le cadre d'activité ; 2° ceux qui, pour cause de maladie ou d'infirmités, ou pour d'autres motifs, se trouvent momentanément dans l'impossibilité de remplir convenablement leurs fonctions ; 3° ceux qui sont attachés à un département ministériel pour un service en dehors des attributions des ingénieurs des mines ; 4° ceux qui, par suite de congé, quittent temporairement le service de l'État pour s'attacher au service des compagnies, ou pour toute autre cause analogue ; ces derniers ne jouissent d'aucun traitement à charge du trésor public.

2°

De Thier (F.), ingénieur de 1re classe.
L'Hoest (A.-G.), sous-ingénieur.

3°

Gautier (A.-F.), ingén. en chef de 1re cl.
Bidaut (J.-G.-E.), ing. en chef de 2e cl.

4°

Dumont (G.), ingénieur de 3e classe.
Devaux (B.), ingénieur de 3e classe.
Godin (A.-S.), ingénieur de 3e classe.
Dupont (F.), sous-ingénieur
Lambert (G.), sous-ingénieur
Jottrand (A.), sous-ingénieur.
Castelain (L.), sous-ingénieur.
Sadin (A.), sous-ingénieur.
Ziane (H.), sous-ingénieur.
Micha (L.), sous-ingénieur.

SECTION DE NON-ACTIVITÉ.

Néant.

CONSEIL DES MINES.

Président : M. VINCHENT (J.), 29 mai 1858.
Conseillers : MM. Milcamps (P.-J.), 27 mai 1837.
Visschers (A.), 10 août 1843.
Gautier (A.-F.), 28 mars 1850.
Chicora (L.-C.-A.), 2 sept. 1859.
Conseillers hon. : D'Otreppe de Bouvette (A.-M.-J.), 13 novembre 1838, à Liége.
Willaumez (L.), 2 octobre 1843, à Mons.
Verdeyen (F.), 2 octobre 1843, à Bruxelles.
Dupont (A.-E.), 27 octobre 1859.
Greffier : M. Dugniolle, 14 juin 1844.

IV.

SERVICES D'EXÉCUTION DE L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER, POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

DIRECTION SPÉCIALE DES VOIES ET TRAVAUX.

Service de direction.

MM. Petitjean (P.-J.), ingénieur en chef directeur.
Goffaux (J.-A.), chef de bureau.

Service des lignes.

LIGNES DU NORD-EST.

MM. Vandersweep (F.), ingénieur en chef de 2e classe.
Lamquet, ingénieur.
Copis (C.), chef de section.
Thibesard (G.-J.) id.

LIGNES DE L'OUEST.

Van Moere (B.-F.), ingénieur principal.
Van de Velde, chef de section.
Vogelaere (P.), sous-ingénieur, chef de section.
Ciliac (D.-F.), chef de section.
Maertens (J.-F.), id.
Kestremond (F.-J.), id.

LIGNES DU MIDI.

Vandersweep (F.), ingénieur en chef de 2e classe.
Danaux (F.-J.), ingénieur de 3e classe.
Borlee (B.-J.), ingénieur de 3e classe, chef de section.
Mottequin (P.-J.), chef de section.
Toussaint (C.), id.
Du Tilloeil (O.), sous-ingénieur, chef de section.

Constructions nouvelles, bâtiments et dépendances.

Payen (A.-J.-J.), ingénieur principal.
Lemonnier (L.-D.). id.
Lambeau (A.-P.-J.), ingénieur de 1re classe.
Dupont (J.-B.), ingénieur de 3e classe.

Réception des rails et des billes.

Brialmont (E.-H.-) ingénieur de 2e classe.
Devaux (E.-C.), contrôleur de 2e classe.

DIRECTION SPÉCIALE DE LA TRACTION ET DU MATÉRIEL.

Service de direction.

MM. Poncelet (J.-N.-A.), ingénieur en chef, directeur.
Wittmann (J.-F.-M.), chef de bureau.
Ballieu (F.-J.-D.), id.
Dandelin (H.), id.

Arsenal.

Gobert (L.-A.-E.), ingénieur en chef.
Jamar (J.), ingénieur, chef des ateliers.
Gilis (J.-T.), ingénieur de 2e classe.
Van Meurs (G.-E.-J.), ingénieur de 3e classe.

Locomotion.

Belpaire (A.), ingénieur en chef.
Candèze (.-A.), ingénieur de 1re classe.
Jamart (J.-M.), id. de 2e classe.
Waleff (A.), id. id.

Voitures.

Ragheno (P.), ingénieur principal.
Maurissen (L.-H.), ingénieur de 1re classe.

Combustible.

CAMBRELIN (F.-C.), ingénieur de 1re classe.
CAREZ (F.), id. de 2e classe.

Éclairage et chauffage.

DELPERDANGE (V.), ingénieur de 2e classe.
DE VADDER (T.-J.-J.), id. de 3e classe.

DIRECTION SPÉCIALE DES TRANSPORTS.

Service de direction.

MM. GENDEBIEN, directeur spécial.
LAPIERRE (M.-A.-J.), chef de bureau.
DENAMUR (M.-C.-J.), vérificateur.
FIERENS (E.), PENANT (F.-L.) et THAON (E.-B.), agents spéciaux.
VAN DER ELST (J.-J.), chef de bureau.
MANY (V.-H.-J.), id.

Surveillance et organisation des convois ordinaires et spéciaux.

UYTTERHOEVEN (J.-B.), inspecteur.
BRAY (J.) et GITS (A.-H.), agents spéciaux.

Relations internationales.

HAUCHECORNE (G.-L.-L.), agent général.

Surveillance spéciale du service des transports.

EVRARD (H.-J.), inspecteur.
MONGENAST (C.-P.), chef de district.
SAUVIGNIER (.-P.), id.
THIRY (M.-H.), id.
LECOCQ (H.-A.), id.

DIRECTION SPÉCIALE DES POSTES.

Service de direction.

MM. De Meren (F.-A.-P.-J.-R.), directeur spécial.
De Ryckman (F.), inspecteur.
Trimister (C.-P.-J.), chef de bureau.
Gife (F.-J.), id.
Jacquet (F.-J.), id.

Surveillance des districts postaux.

Bronne (J.), Van Caubergh (J.-J.) et Reghem (J.-C.-H.-E.-P.) inspecteurs.
Debeck (P.), De Waha (A.) et Doyen (J.-F.), contrôleurs de 1re cl.

Bureaux ambulants.

Saxe-Ridelle (C.-A.), contrôleur, chef de bureau.
Loomans (F.-A.), chef de bureau.
Tournai (A.-J.). contrôleur, chef de bureau.

DIRECTION SPÉCIALE DES TÉLÉGRAPHES.

Vinchent (J.), ingénieur en chef.
Gibbs (J.-J.). contrôleur de 1re classe.
Girardin (J.-M.), chef de bureau.
Strens (L.), id.

SERVICES SPÉCIAUX.

Approvisionnements.

Canoy (P.-M.), conservateur.

Conservation du timbre.

MM. Vyncke (L.-J.), inspecteur.
Frantzen (E.-C.-U.), contrôleur de 1re classe.

Imprimés et fournitures de bureau.

M Diddey (A.), chef de bureau.

Régie des chemins de fer de l'État.

MM. Lignac (H.), directeur.
Baeken (G.-L.A), Lebens (J.-L.), chefs de bureau.

COMMISSION DIRECTRICE DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

Président : M. DE VAUX, inspecteur général des mines.
Vice-président : M. Visschers, conseiller au Conseil des mines.
Membres : MM. Bidaut, secrétaire général du ministère des travaux publics.
Du Pré (J.-L.-V.) ingénieur en chef honoraire des ponts et chaussées.
Maus, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Poncelet, ingénieur en chef directeur à l'administration des chemins de fer.
Roget, ingénieur en chef honoraire des ponts et chaussées.
Trasenster, professeur à l'université de Liége.
Lahure, directeur général de la marine.
Frédérix, général honoraire d'artillerie, à Liége.
Lamarle, professeur à l'université de Gand.
Lagrange, lieutenant-colonel du génie.
Vincbent (J.), ingénieur en chef du service des télégraphes.
Wellens, ingénieur en chef des ponts et chaussées, secrétaire.
Secrétaire-adjoint : M. De Clercq, ingénieur des ponts et chaussées.

COMMISSION POUR L'EXAMEN DES PROCÉDÉS NOUVEAUX ET DES MATÉRIAUX INDIGÈNES.

Président : M. DE VAUX, inspecteur général des mines.

Vice-président : M. ROGET, ingénieur en chef honoraire des ponts et chaussées.

Membres : MM. PONCELET, ingénieur en chef, directeur à l'administration des chemins de fer.

WELLENS, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

BELPAIRE (ALFRED), ingénieur en chef à l'administration des chemins de fer.

DEDIER, ingénieur des ponts et chaussées.

VANDERSWEEP (F.), ingénieur en chef à l'administration des chemins de fer.

ANDRIES (CHARLES), ingénieur des ponts et chaussées.

Secrétaire : M. VINCHENT, ingénieur en chef à l'administration des chemins de fer.

CONSEIL DE LA CAISSE DES VEUVES ET ORPHELINS ET CONSEIL CONSULTATIF POUR LA COLLATION DES PENSIONS DE RETRAITE.

Président : M. DE VAUX, inspecteur général des mines.

Vice-président : VINCHENT, président du conseil des mines.

Membres : MM. O'SULLIVAN, directeur à l'administration centrale du ministère des travaux publics.

DELFOSSE, inspecteur général des postes.

EYCKHOLT, directeur à l'administration centrale.

GROETAERS, inspecteur général des ponts et chaussées.

DE MEREN, directeur spécial des postes.

Membres : MM. Maus (H.), ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Janssens, inspecteur à l'administration centrale.

Secrétaire : M. Deplandre, ingénieur des mines détaché à l'administration centrale.

TABLE

DES MÉMOIRES, RAPPORTS ET DOCUMENTS

CONTENUS

DANS LE 18e VOLUME DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE 18e VOLUME DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

TABLE GÉNÉRALE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES TOMES I A XVIII DES ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS.

CHAPITRE PREMIER.

MÉMOIRES ET NOTICES.

CHAPITRE SECOND.

JURISPRUDENCE.

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
ALIGNEMENTS.		
1. Jugement du tribunal correctionnel de Bruxelles, décidant que l'action publique résultant de la construction d'un mur contrairement aux conditions imposées par l'administration, se prescrit par un an (28 octobre 1850)	XII	91
2. Note sur la question de savoir si la société concessionnaire d'une route, a l'action possessoire contre un particulier, qui, pour se conformer à un arrêté d'alignement pris par l'autorité administrative, suivant les formes ordinaires, aurait empiété sur le talus de cette route	XII	128
3. Arrêt de la cour d'appel de Liége, décidant qu'au cas où, par les alignements arrêtés, un propriétaire reçoit la faculté de s'avancer sur le sol retranché de la voie publique, le pouvoir judiciaire n'a pas le droit de contrôler la répartition de ce sol, faite par l'État entre les propriétaires riverains (art. 53 de la loi du 16 septembre 1807). (30 juillet 1857)	XVI	20
4. (Voir : *Franc bord des chemins de fer, Chemins de halage, Plantations.*		
ASSIGNATION.		
Délai d'assignation en référé.		
1. Arrêt de la cour d'appel de Liége, décidant tardive et inopérante une assignation qui n'a été signifiée à l'État qu'une demi-heure avant l'audience des référés. (26 mars 1857).	XVI	8

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes	NUMÉROS des pages.
qu'en conséquence, l'État ne peut être considéré comme le représentant ou l'ayant droit de la ville de Bruxelles, dans la perception de la taxe des barrières sur la route de Laeken, qui appartenait autrefois à cette ville et que les habitants du village de Neder-Over-heembeek, qui avaient été affranchis en 1782, par un acte à titre onéreux, du paiement de la taxe, ne peuvent pas opposer cet acte à l'État (14 mars 1857)	XVI	1
7. Arrêt de la cour de cassation décidant qu'un jugement, qui ne contient rien de contraire à des faits non contestés, doit être censé les avoir admis comme exacts et justifiés ; qu'ainsi, lorsque devant le juge du fond, il n'a pas été contesté que des chevaux et voitures fussent attachés ou employés à une fabrique de drains mue par la vapeur, le juge, pour faire application de l'exemption du droit de barrière, conformément à l'article 7, § 14 de la loi du 18 mars 1833, a dû garder le silence sur cette circonstance ; que pour appliquer l'exemption il n'y a pas à s'enquérir si celui qui emploie les chevaux et les chariots pour les besoins de l'usine est propriétaire de celle-ci, s'il les y a placés à demeure, s'il les y a attachés ou non pour le service exclusif de l'usine. (16 mars 1857)	XVI	5
8. Jugement du tribunal correctionnel de Termonde, décidant que celui qui se croit en droit de se refuser au paiement du droit de barrière ne peut se dispenser d'en faire la consignation (art. 9 et 10 de la loi du 18 mars 1833) ; que c'est au contribuable à offrir la consignation et non au percepteur à la requérir; que le juge, en l'absence de la mention de consignation au procès-verbal, ne peut s'abstenir de faire l'application de l'art. 12 de la loi, sans même rechercher le bien ou le mal fondé des moyens proposés pour justifier le refus ; que le droit de barrière est dû pour la distance à parcourir et non pour la distance parcourue ; que, pour que le droit soit dû, il ne faut pas passer devant le poteau, que celui qui prend la route dans le rayon de 20 mètres du poteau, pour suivre la route dans la direction opposée au poteau, est tenu de payer le droit; que les distances des barrières ne doivent pas être calculées eu égard à l'ensemble de toutes les routes qui croisent le royaume, les points de perception ayant été réglés par sections de route isolément et pour chacune en son particulier (art. 3 de la loi du 10 mars 1833) ; que le contribuable qui se croit lésé par l'emplacement de la barrière doit se pourvoir devant l'autorité administrative. (24 juillet 1857)	XVI	15

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
9. Jugement du tribunal correctionnel de Mons, décidant que la distance de 5,000 mètres, que l'art. 8. de la loi du 10 mars 1858, prescrit d'observer entre l'emplacement des barrières, ne concerne que les barrières d'une seule et même route entre elles, et non les différentes barrières de plusieurs routes convergeant vers le même point; et qu'un arrêté royal déterminant l'emplacement des barrières d'une route, en exécution de l'art. 3 de la loi du 10 mars 1838. étant porté en vertu de délégation du pouvoir législatif, constitue lui-même un acte législatif que les tribunaux doivent appliquer comme ils appliquent les autres lois (21 décembre 1857).	XVII	28
10. Arrêt de la cour de cassation, décidant que le passage devant le poteau d'une barrière est une condition indispensable pour que la perception de la taxe soit légale (1er août 1859)	XVIII	1
Interprétations du contrat de location du droit de barrière.		
11. Arrêt de la cour d'appel de Liége, décidant que le contrat qui intervient entre l'État et le fermier d'une barrière étant un louage, l'État est tenu de garantir au fermier la jouissance affermée, et qu'en conséquence, lorsque l'Etat ouvre une communication qui permet d'éviter le poteau de barrière placé sur une route, il est tenu d'indemniser le fermier de la perte subie à raison de ce fait, depuis le jour où la communication nouvelle a été ouverte (9 juillet 1845)	XIII	21
12. Arrêt de la cour d'appel de Liége, décidant que l'État est responsable vis-à-vis des fermiers de barrière du préjudice que ceux-ci éprouvent par suite de l'ouverture d'une section ou ligne de chemin de fer; que pour échapper à cette responsabilité il doit, lors de l'adjudication, avertir les amateurs pour que ceux-ci puissent baser leurs calculs sur cette chance; qu'il ne suffit pas que la construction du chemin de fer soit décrétée lors de l'adjudication de la barrière, surtout, lorsque l'on peut croire que, par suite des travaux d'art, l'époque de la mise en circulation du railway était éloignée; que l'art. 10 de la loi du 18 mars 1833, n'affranchit pas l'État de la responsabilité de ses faits personnels (21 décembre 1845)	XIII	26
13. Arrêt de la cour de cassation décidant que l'adjudication de la perception du droit de barrière réunit toutes les conditions du contrat de louage et doit être soumise aux règles qui régissent ce contrat; que l'État doit donc faire jouir paisiblement le fermier pendant		

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
toute la durée de son bail et ne peut poser aucun fait entravant directement la perception de la taxe, sans encourir l'obligation d'indemniser le fermier ; que cette obligation ne va pas jusqu'à interdire au gouvernement le droit d'ouvrir de nouvelles voies de communication pouvant exercer indirectement une influence sur la fréquentation de la route où les barrières louées sont établies ; mais que lorsque l'État ouvre une commmunication qui permet d'éviter le poteau de la barrière, en le tournant, il porte atteinte directe à la jouissance paisible du fermier et il doit une indemnité (15 avril 1847)	XIII	28
14. Arrêt de la cour de cassation décidant qu'il entre dans les attributions de la cour de cassation d'apprécier la légalité des faits dont l'existence est d'ailleurs souverainement constatée par les juges du fond; que l'adjudication de la recette des droits de barrière constitue un véritable contrat de louage entre l'État et le fermier ; que l'Etat ne contrevient pas à ses engagements en ouvrant de nouvelles voies de communication dans une direction parallèle à la route affermée, ainsi qu'en exploitant lui-même sur ces nouvelles voies le transport des personnes et des choses; que, par suite, il n'est pas responsable du préjudice qu'éprouve le fermier de la barrière louée (17 juin 1847)	XIII	51
15. Jugement du tribunal civil de Gand décidant que l'art. 10 de la loi du 18 mars 1833, affranchit l'État de toute responsabilité, en cas de pertes essuyées par les fermiers de barrières ; que spécialement l'ouverture d'une nouvelle voie de communication dans une direction parallèle à la route affermée ne donne droit à aucune indemnité ; qu'aucune preuve par témoin n'est admissible sur ce qui aurait été allégué, lors de l'adjudication des barrières. par le membre de la députation permanente qui présidait la séance. (11 août 1847).	XIII	58
16. Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles décidant que l'État n'est pas responsable du préjudice qu'éprouve un fermier d'une barrière par la réduction du tarif de transport sur le chemin de fer (1er février 1851).	XII	88
17. Jugement du tribunal civil de Liége, déclarant le sieur . . . fermier de la barrière du Val-Benoît, située sur la route de Huy à Liége, non recevable à obtenir que l'État soit tenu de lui payer une indemnité pour avoir interdit pendant plusieurs mois la circulation sur la route de Chenée au Val-Benoît (18 novembre 1854) . . .	XIII	45

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
DÉPÔTS SUR LA VOIE PUBLIQUE.		
1. Jugement du tribunal correctionnel de Bruxelles, décidant que la nécessité d'un amas embarrassant la voie publique doit résulter d'une cause accidentelle, ou de force majeure, pour ôter au fait le caractère de contravention (31 janvier 1855)	XIII	52
DOCUMENTS ADMINISTRATIFS.		
Production de documents administratifs.		
1. Jugement du tribunal de Namur admettant en principe que le gouvernement n'est pas tenu de produire des documents administratifs. (1858).	XVI	55
DOMAINE PUBLIC		
1. Arrêt de la cour de cassation, décidant que l'art. 141 du code de procédure civile ne déterminant pas de quelle manière ces jugements doivent énoncer le point de fait, celui-ci est suffisamment constaté par les conclusions des parties mises en rapport avec les motifs de l'arrêt; que les obligations à charge de l'Etat, nées de la réunion au domaine public d'une route construite par une commune et de la suppression du droit de barrière perçu par elle, n'ont pas été atteintes par les déchéances et les prescriptions décrétées par les lois des 25 février 1808, 13 décembre 1809, 9 février 1818 et 30 décembre 1819, alors que la route a été construite en vertu d'un acte qui autorise un emprunt et réserve au gouvernement le pouvoir de réunion au domaine public, moyennant le remboursement des capitaux levés ou le service des rentes constituées sur ces capitaux, et alors que la commune n'a été poursuivie du chef de ces rentes que postérieurement aux lois de déchéance et de prescription; que l'action, qui naissait de cette obligation en faveur de la commune, était éventuelle et nécessairement subordonnée aux réclamations que les credi-rentiers formeraient contre elle (2 juin 1843).	XV	1
2. Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles décidant que les chaussées construites par les communes, en vertu d'anciens octrois, avec stipulation que le souverain pourrait les unir à son domaine, en		

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
intérêts n'a, malgré la mise en demeure, rien à réclamer pour la perte de la chose, dans le cas où celle-ci serait également périe si elle eût été livrée, est applicable au cas de perte partielle ou de dépréciation ; qu'ainsi, lorsque le détenteur de fonds publics a été mis en demeure de les restituer, la dépréciation, dont ils se trouvent frappés, au moment de la restitution tardivement faite, ne peut être mise à sa charge que pour autant qu'il soit bien démontré que le dépositaire, en cas de restitution, à l'époque voulue, aurait immédiatement opéré la réalisation des valeurs ; que l'on ne peut supposer facilement qu'un banquier vienne à vendre en un jour une masse énorme de fonds publics de la même espèce ; que le juge est arbitre d'équité en fait de dommages-intérêts, alors notamment qu'il y a impossibilité d'en faire l'évaluation exacte à défaut d'une base nettement déterminée. (8 mars 1856.)	XVII	18
12. Arrêt de la cour de cassation décidant que la peine de 50 francs à titre de *dommages*, prononcée par la loi du 29 floréal an X, contre les contrevenants en matière de grande voirie, ayant caractère d'*amende*, les tribunaux, en la prononçant, sont tenus d'ordonner, d'office, qu'à défaut de paiement elle sera remplacée par un emprisonnement, conformément à l'art. 51 du nouveau code pénal. (19 août 1859.)	XVII	36
13. Voir *Mouillage et tirant d'eau d'un canal.*		
EMPRISES SUPPLÉMENTAIRES.		
1. Arrêt de la cour d'appel de Liége décidant que, bien que l'on ait accompli les formalités prescrites par la loi, afin d'exproprier, pour cause d'utilité publique, les terrains jugés nécessaires à la construction d'un chemin de fer, on ne peut, sans l'accomplissement de formalités nouvelles exproprier un nouveau terrain, quelque nécessaire que cette emprise puisse être à l'achèvement et à l'exploitation. (30 juin 1851.)	XII	81
ENTREPRISE.		
Interprétation du contrat d'entreprise.		
1. Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles décidant que lorsque le cahier des charges d'une entreprise porte que « *les métrés et le dé-*		

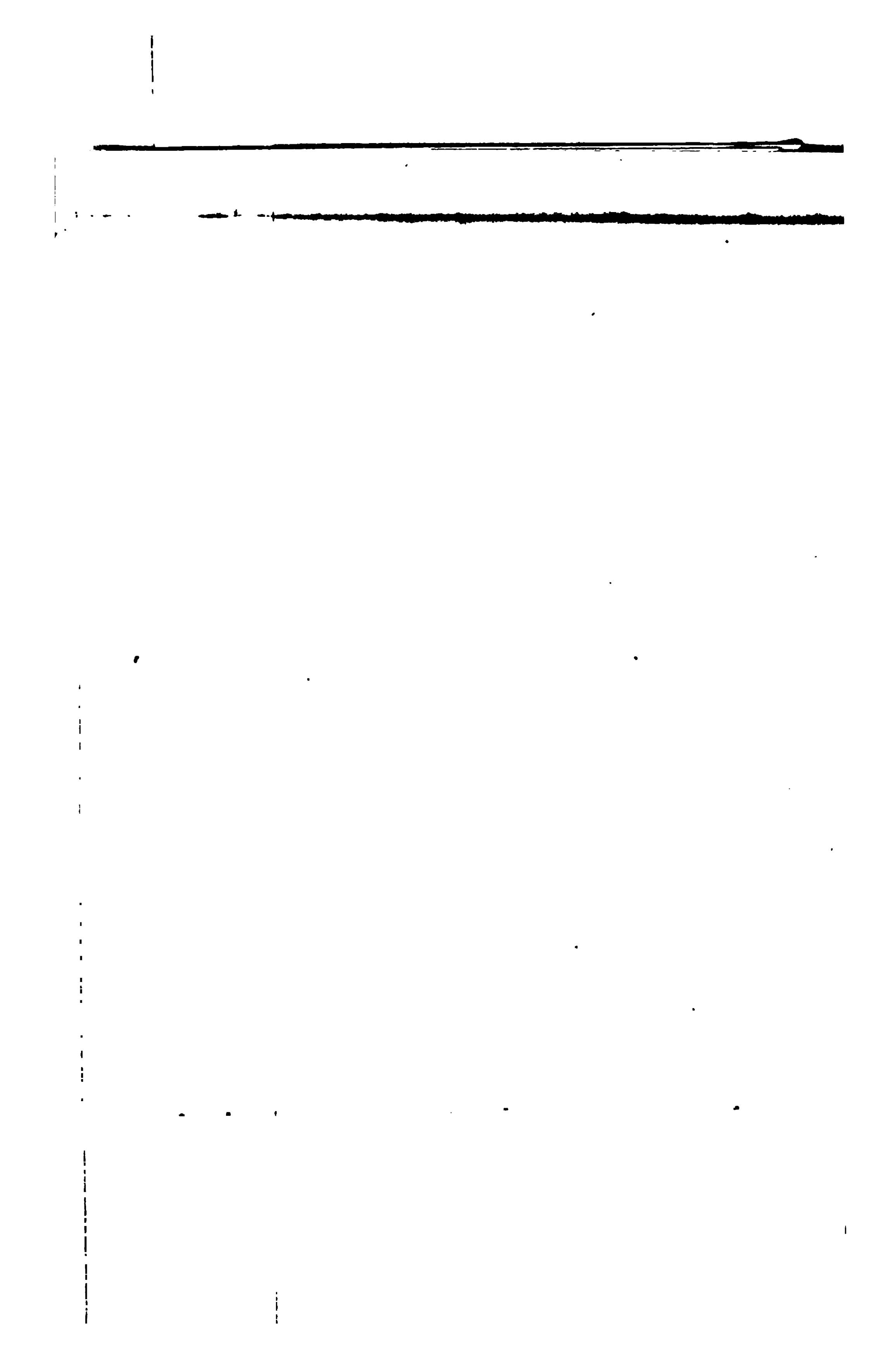
INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
» *tail estimatif y annexés ne sont communiqués que comme* » *de simples renseignements, dont l'administration ne ga-* » *rantit pas l'exactitude,* » l'entrepreneur ne peut soutenir que les inexactitudes et les omissions qu'il y rencontre dans le cours de son entreprise engagent la responsabilité de l'État, qui serait tenu de réparer les pertes subies ; et que l'établissement, par une loi postérieure à l'entreprise, de droits de douane sur l'espèce de matériaux qu'un entrepreneur doit livrer à l'État, ne donne pas lieu à indemnité, en faveur de l'entrepreneur qui a traité à forfait. (5 mars 1856.)	XIV	28
2. Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles décidant que, bien qu'il soit stipulé en termes généraux qu'il y a forfait quant aux travaux de terrassement à effectuer sur les routes de l'État, l'adjudicataire a droit à une indemnité pour les travaux extraordinaires d'amélioration qu'il a effectués par ordre de l'administration, s'il résulte du détail estimatif annexé au cahier des charges et de la combinaison de diverses clauses du contrat que le forfait stipulé n'a pour objet que de simples travaux d'entretien (*art.* 1161 *du code civil*) ; qu'une indemnité est due à l'entrepreneur de travaux publics pour les travaux qu'il a exécutés en dehors de ses obligations, bien qu'aucun ordre ne lui ait été donné par écrit et qu'aucune convention ne soit intervenue entre lui et l'administration au sujet du prix de ces travaux (*articles* 1135, 1370 *et suivants du code civil.*) (5 juin 1857.)	XVI	9
EXPROPRIATION.		
Évaluation d'indemnités pour expropriation.		
1. Arrêt de la cour de cassation décidant que l'arrêt, qui décide qu'il n'existait au pays de Liége, qu'un seul chemin de halage pour les rivières navigables, ne contrevient ni à l'édit du 23 mars 1658, ni au droit romain et que l'État doit une indemnité aux riverains du chef de l'établissement de la servitude du halage, pour toutes les plantations et constructions préexistantes à la publication de l'ordonnance de 1669 en Belgique et qui devraient disparaître, parce qu'elles se trouvent dans la largeur prescrite par cette ordonnance. (23 juillet 1846.)	XII	136
2. Jugement du tribunal civil d'Anvers décidant qu'en cas d'expro-		

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
priation pour cause d'utilité publique, il n'y a pas lieu d'allouer un tantième quelconque pour pertes d'intérêt jusqu'au remploi, si l'exproprié a eu le temps de régler l'application de ses fonds dès la réception de son indemnité. (23 décembre 1851.)	XII	77
3. Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles décidant que la servitude militaire *de non edificando* dont quelques terrains sont grevés dans les places fortes ne doit exercer aucune influence lorsqu'il s'agit d'apprécier la hauteur de l'indemnité à fixer en matière d'expropriation pour utilité publique. (9 février 1853.).	XII	116
4. Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles décidant que, lorsqu'après l'entier achèvement d'un ouvrage d'utilité publique, notamment d'un canal, des travaux reconnus nécessaires exigent de nouvelles emprises, il y a lieu d'avoir égard pour l'évaluation de l'indemnité à la plus value acquise aux propriétés riveraines par suite de la construction du canal. (13 juillet 1853.).	XII	124
5. Jugement du tribunal civil de Termonde décidant que c'est la valeur relative d'un immeuble, son appropriation actuelle et l'importance qu'il a pour le propriétaire exproprié qu'il faut considérer pour établir le chiffre de l'indemnité, et que le propriétaire a droit à une indemnité du chef du remplacement du toit en chaume de sa propriété par un toit en tuiles, lorsqu'elle se trouve à proximité du chemin de fer, alors même que l'État n'exigerait pas ce remplacement. (28 juillet 1854.)	XII	123
6. Voir *Emprises supplémentaires.*		
Formalités d'expropriation.		
7. Arrêt de la cour d'appel de Gand, concernant la question de savoir si un tuteur peut, sans autorisation préalable du conseil de famille, acquiescer à une demande en expropriation d'un immeuble appartenant à des mineurs. (12 janvier 1855.).	XIII	47
8. Arrêt de la cour d'appel de Liége décidant qu'un arrêté royal peut dûment décréter l'utilité publique pour l'expropriation du terrain nécessaire à l'établissement d'une baraque destinée à la perception du droit de barrière. (8 février 1855.).	XIII	53
9. Arrêt de la cour de cassation décidant que la loi sur l'expropriation pour utilité publique, en appelant un ingénieur à faire partie de la commission d'enquête, n'a pas entendu parler uniquement d'un		

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
MINES.		
1. Jugement du tribunal correctionnel de Mons décidant que l'exploitant des mines qui contrevient à un arrêté de la députation permanente du conseil provincial contenant interdiction de mener ses travaux souterrains à une certaine distance des habitations de la surface, encourt les peines correctionnelles portées par les art. 93 et 96 de la loi du 21 avril 1810 sur les mines. (15 novemb. 1845.)	VI	1
2. Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles confirmant le jugement précédent. (17 avril 1846.)	VI	8
3. Arrêt de la cour de cassation confirmant le jugement précédent. (28 octobre 1846.).	VI	11
4. Arrêt de la cour de cassation décidant que les règlements d'administration intérieure et de police, que les conseils provinciaux ont le droit de faire, peuvent porter sur tout objet d'intérêt général susceptible d'être réglé, mais non encore réglé, par la loi ou par un règlement d'administration générale; que l'arrêté du conseil provincial du Hainaut, du 21 juillet 1841, relatif à la police des mines, a été pris dans les limites du pouvoir réglementaire provincial; que les peines comminées par cet arrêté peuvent être prononcées contre les contrevenants, quel que soit le titre en vertu duquel ils exploitent les mines; et que le directeur des travaux, lors même qu'il s'agit d'une exploitation à forfait, est responsable des contraventions à ce règlement. (28 mai 1845.)	VI	16
MOUILLAGE ET TIRANT D'EAU D'UN CANAL.		
Fixation du mouillage et tirant d'eau d'un canal.		
1. Arrêt de la cour de cassation décidant que les dispositions réglementaires, qui déterminent le mouillage et le tirant d'eau d'un canal, ne donnent pas au batelier le droit d'exiger, pour son usage particulier, le tirant d'eau dont il s'agit; que l'appréciation des besoins de l'irrigation et de ceux de la navigation, ainsi que la distribution des eaux en conséquence, appartiennent exclusivement au gouvernement et que les tribunaux ne peuvent en connaître; que l'art. 1384 du code civil est inapplicable aux fonctionnaires publics proprement dits et aux faits de haute administration que le gouvernement pose par l'intermédiaire de ses agents. (27 décemb. 1856.)	XV	78

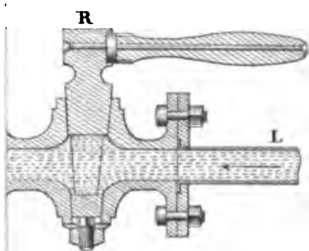
INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
PÉAGES.		
Perception des péages.		
1. Jugement du tribunal civil de Liége décidant que l'État n'est pas tenu de garantir la perception des péages sur un pont concédé par lui, et qu'il appartient à la société concessionnaire de poursuivre personnellement, devant les tribunaux de répression, ceux qui se refusent indûment à acquitter le péage. (2 janvier 1858)	XVI.	51
2. Arrêt de la cour d'appel de Liége confirmant le jugement précédent (8 juillet 1858)	XVI.	53
3. Voir *Barrières.*		
PLANTATIONS.		
Plantations des chemins de halage.		
1. Jugement du tribunal civil de Bruxelles, autorisant le gouvernement à faire abattre et enlever d'office des arbres plantés sur une propriété particulière, le long d'une rivière navigable, dans la zone réservée au halage. (18 décembre 1858)	XVI.	61
Plantations des routes.		
2. Arrêt de la cour d'appel de Bruxelles statuant qu'un propriétaire riverain ne peut planter des arbres, sur son propre terrain, à moins de six mètres de distance d'une route, s'il n'a demandé et obtenu de la députation des états de la province l'alignement à suivre. (22 juillet 1842).	XI.	36
3. Jugement du tribunal de simple police de Waerschoot décidant qu'en Flandre les anciens chemins vicinaux devenus routes pavées par concession, sont soumis à l'arrêté royal du 29 février 1836 et aux lois et règlements généraux sur la grande voirie, et qu'en conséquence il y a contravention à l'article 1er de l'arrêté royal du 29 février 1836 dans le fait de planter des arbres sur les accôte-		

INDICATION DES MATIÈRES.	NUMÉROS des volumes.	NUMÉROS des pages.
USINES.		
1. Jugement du tribunal correctionnel de Bruxelles, statuant que le propriétaire d'un moulin, qui a négligé de lever les vannes du déservoir, ne peut justifier son refus d'obtempérer aux injonctions de l'autorité, en soutenant que la levée des vannes aurait entraîné une inondation. (26 août 1848)	XI.	33
2. Jugement du tribunal de première instance de Mons, décidant que la propriété d'une usine construite sur une rivière navigable, sans acte exprès de concession de la puissance souveraine ou publique, ne donne aucun droit légitime à la propriété ou à la jouissance des eaux de cette rivière; que si, par suite de l'ouverture d'une voie navigable alimentée par les eaux d'une rivière primitivement navigable, cette rivière cesse de servir à la navigation, elle n'en continue pas moins à former avec le canal un tout indivisible de même nature constituant une dépendance du domaine public national; que par conséquent les eaux de la dite rivière ne sont pas susceptibles d'une propriété privée et que l'État en conserve toujours l'entière disposition (18 juin 1859)	XVII.	1



AUTOMOTEUR.

PL. 11.



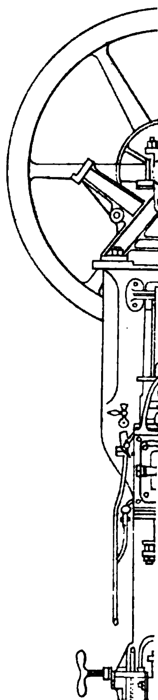
ILLE.





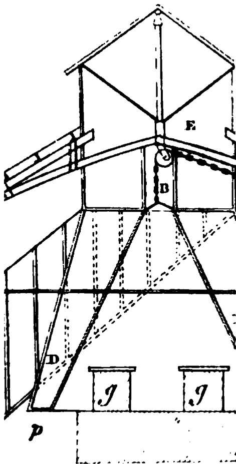
UILLE.

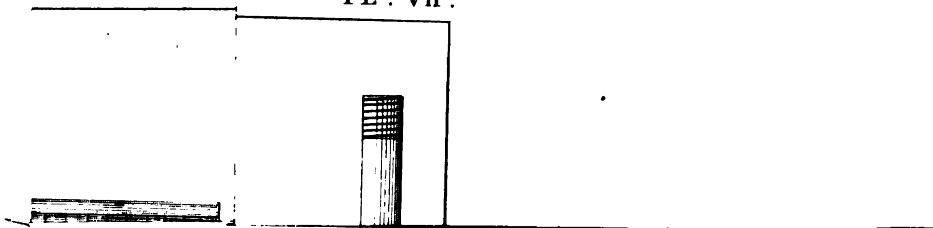
Coupe s



DU ZIN

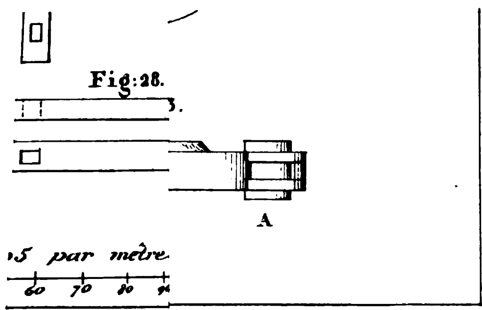
DU ZINC,



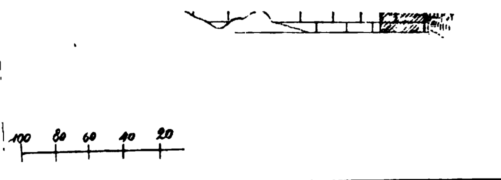


)CÉDÉ K
PL . VII .

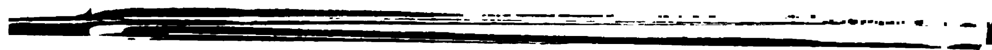




Sculp. Imp. de H. Borremans à Brux.



u.Sculp. Imp. de H. Borremans à Brux.



PL. X.

Coupe sur **B B**.

